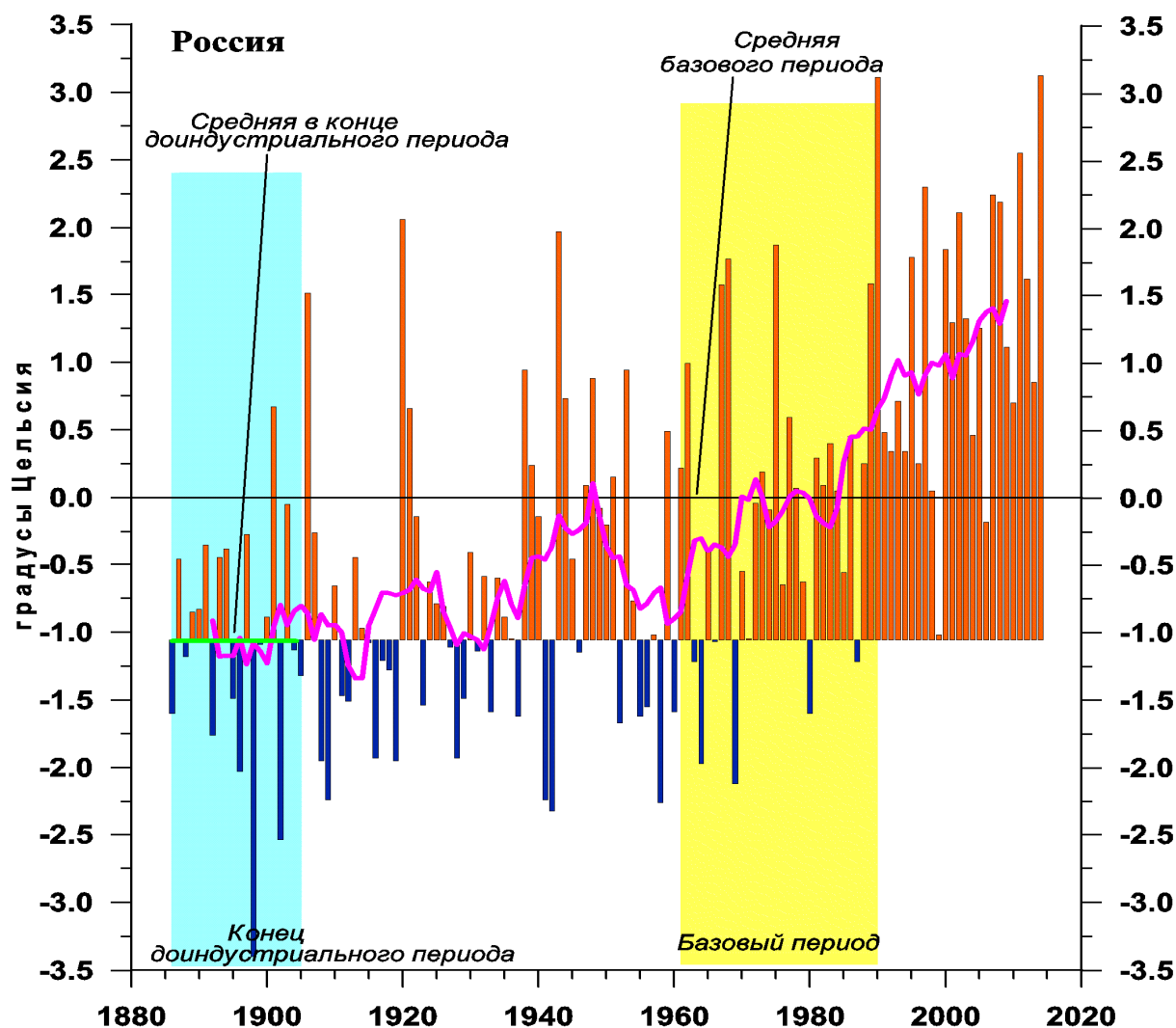


Федеральная служба  
по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды

Российская  
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального Климата и Экологии»



## ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА 2014

ВЕСНА: март – май

Обзор состояния и тенденций изменения  
климата России

★  
Москва 2014

## ОГЛАВЛЕНИЕ<sup>1</sup>

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (весенний сезон).....	5
2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕСНЫ 2014 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ .....	6
3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В ВЕСЕННИЙ СЕЗОН.....	12
4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ВЕСЕННЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ, 1936-2014 гг.....	17
5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2014 гг. (весенний сезон) .....	22
ВЫВОДЫ .....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ. Климатические особенности весны 2014г. на территории Республики Беларусь .....	27

---

<sup>1</sup> На обложке приведен ход средней сезонной аномалии температуры приземного воздуха, осредненной по территории России, за 1887 – 2014 гг. (весна)  
*Аномалия температуры рассчитана как отклонение от средней температуры за базовый период 1961-1990 гг. Столбцы диаграммы представлены относительно средней за 1887 – 1905 гг. (конец «доиндустриального» периода)*

## ВВЕДЕНИЕ

Все приведенные в Бюллетене оценки для территории России получены по данным о средних месячных значениях температуры приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков в базовом архиве ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Архив включает данные инструментальных наблюдений на 1383 станциях земного шара, в том числе 455 станций стран СНГ и Балтии (из них 310 станций России). В настоящем выпуске использованы данные 245 российских станций, по которым своевременно поступили сводки КЛИМАТ в оперативном потоке.

Под «нормой» в бюллетене понимается среднее многолетнее значение рассматриваемой климатической переменной за 1961-1990 гг. (базовый период). Аномалии температуры определяются как отклонения наблюденного значения от нормы. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы, то есть как процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы. Вероятность непревышения текущего значения климатической переменной (или ее аномалии) рассчитывается как доля наблюдений в прошлом, в которых значение этой переменной (или ее аномалии) было не больше текущего.

Регионально осредненные оценки приводятся в Бюллетене для физико-географических регионов России (рис. 1) и Федеральных округов РФ (рис. 2) по данным с 1936 г., так как до этого срока в архиве имеются массовые пропуски данных наблюдений.



Рисунок 1 – Физико-географические регионы РФ, рассматриваемые в Бюллетене.

В качестве региональных климатических переменных анализируются регионально осредненные аномалии и индексы экстремальности и аномальности рассматриваемых метеорологических полей.

Регионально осредненные аномалии рассчитываются в два этапа. На первом этапе территория региона покрывается регулярной сеткой  $2.5^\circ$  широты \*  $5.0^\circ$  долготы, и в каждой ячейке сетки рассчитывается среднее арифметическое из попавших в эту ячейку станционных аномалий. Затем выполняется взвешенное осреднение ячейчных средних с весами, пропорциональными площади пересечения ячейки с территорией региона.

Аналогично, для каждого региона по данным о станционных нормах рассчитываются регионально осредненные нормы. Региональные средние значения

самых климатических переменных рассчитываются суммированием регионально осредненных норм и регионально осредненных аномалий (такая процедура уменьшает смещение средних вследствие пропусков в рядах наблюдений).



**Рисунок 2 - Федеральные округа Российской Федерации**

Индексы экстремальности климата соответствуют площади под экстремальными аномалиями заданной обеспеченности. Это вероятностные индексы, в основе которых лежат значения эмпирической функции распределения  $F(X_0)$ , соответствующие наблюдаемым значениям рассматриваемой величины  $X_0$  в точках поля или на станциях:  $F(X_0) = P(x \leq X_0)$ . Значение  $F(X_0)$  часто называют вероятностью непревышения значения  $X_0$ , как и обеспеченностью. Региональные индексы экстремальности определяются как доля площади региона, где вероятности непревышения  $F(X_0) \leq \alpha\%$  или  $F(X_0) \geq 100 - \alpha\%$  и  $\alpha\%$  – обеспеченность искомых экстремумов.

Для характеристики степени аномальности полей температуры воздуха используется "коэффициент аномальности" (предложен Н.А. Багровым), равный среднему квадратическому значению нормированной аномалии температуры (осреднение по площади). Чем больше индекс аномальности климата, тем больше отличается от нормы анализируемое состояние климатической системы.

В Приложении приводятся данные мониторинга климата на территории Республики Беларусь\*.

Бюллетень подготовлен в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»\*\* с использованием материалов НИУ Росгидромета: ФГБУ «Гидрометцентр РФ» и ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Дополнительная информация по проблеме изменений климата и годовые и сезонные бюллетени мониторинга климата регулярно размещаются на Интернет-сайтах <http://climatechange.igce.ru>, <http://climatechange.su> (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»).

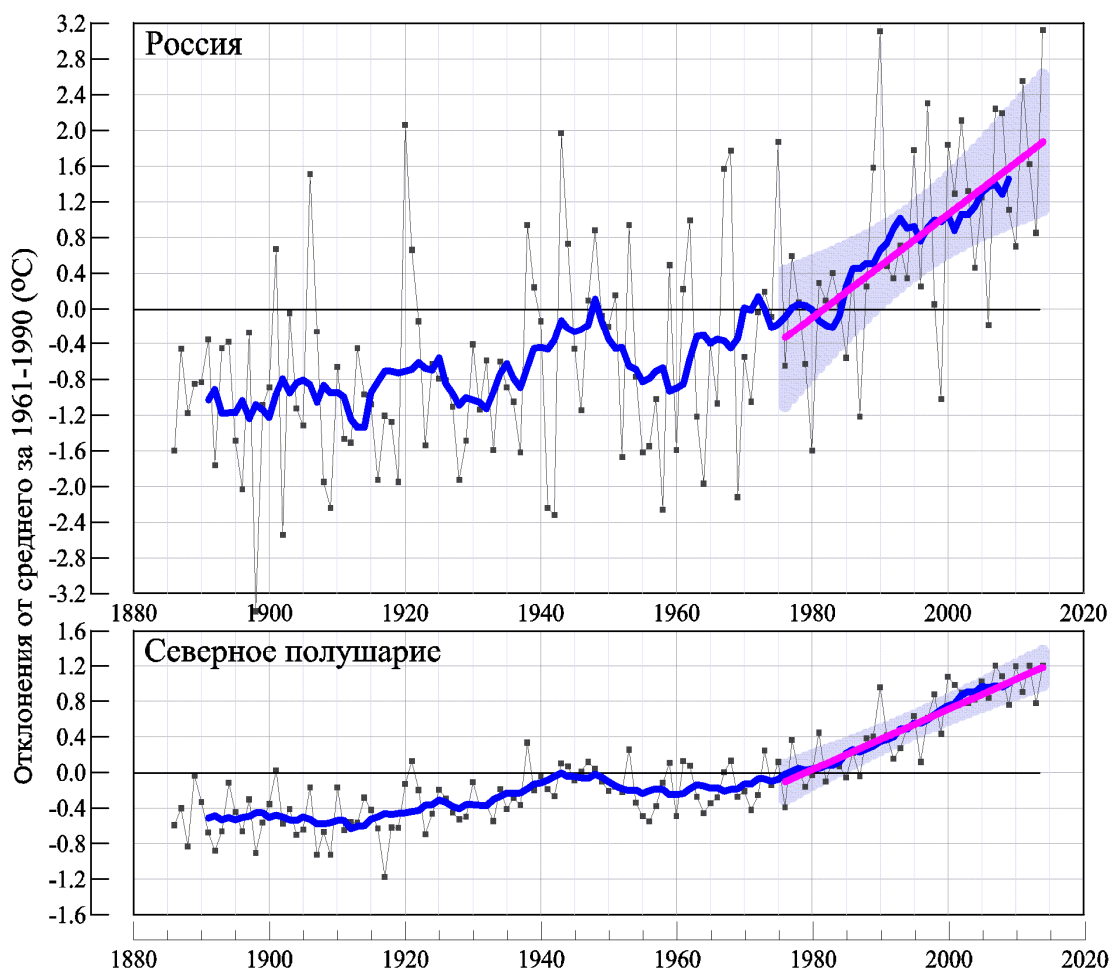
\* Раздел подготовлен в рамках программы Союзного государства "Совершенствование системы обеспечения населения и отраслей экономики Российской Федерации и Республики Беларусь информацией о сложившихся и прогнозируемых погодно-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды"

\*\* В выпуске принимали участие сотрудники Отдела мониторинга и вероятностного прогноза климата ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»: Г.В. Груза (руководитель), М.Ю. Бардин, Э.Я. Ранькова, Э.В. Рочева, Т.В. Платова, О.Ф. Самохина, Ю.Ю. Соколов.

## 1. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РОССИИ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ (весенний сезон)

На рисунке 1.1 представлены временные ряды сезонных аномалий температуры у поверхности (весна 2014: март-май), осредненных по суше Северного полушария (СП) и по территории России. Временной ряд сезонных аномалий температуры над СП рассчитан по среднемесячным данным Университета Восточной Англии (массив `crut4nh.txt` на сайте [www.cru.uea.ac.uk](http://www.cru.uea.ac.uk)). Временной ряд для территории России рассчитан по стационарным данным о температуре приземного воздуха ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Представлен также линейный тренд за 1976-2014 гг.

Для характеристики неопределенности оценок трендов приводится 95%-я доверительная полоса Уоркинга-Хотеллинга, представляющая собой область, симметричную относительно м.н.к. - оценки линии тренда, с вероятностью 95% накрывающая истинную линию тренда.



**Рисунок 1.1** – Сезонная аномалия (весна: март-май) температуры приземного воздуха, осредненная по Северному полушарию (суша) и территории России за 1886-2014 гг.

*Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Показаны м.н.к. – оценка линейного тренда и 95% -я доверительная область для линии тренда за 1976-2014 гг. Использованы данные Университета Восточной Англии (СП) и данные ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» (Россия).*

Аномалия температуры воздуха над сушей СП весной составила  $+1.199^{\circ}\text{C}$  (при стандартном отклонении  $0.29^{\circ}\text{C}$ ) – вторая по величине положительная аномалия с 1886 г. Рекордное значение аномалии среднесезонной температуры весной зафиксировано в 2012 году:  $+1.200^{\circ}\text{C}$ . В 2007 г. аномалия температуры составила  $+1.196^{\circ}\text{C}$  (ранг 3), а в 2008  $+1.194^{\circ}\text{C}$  (ранг 4), то есть разность между 2012 г. (ранг 1) и 2008 г. (ранг 4) составляет лишь  $0.006^{\circ}\text{C}$ , скорее всего, в пределах ошибки данных.

Для России в целом весна также была экстремально теплой, средняя сезонная аномалия температуры приземного воздуха весной составила  $+3.12^{\circ}\text{C}$  при величине стандартного отклонения  $1.19^{\circ}\text{C}$  – максимальная величина в ряду.

Оценки линейных трендов, характеризующие среднюю тенденцию изменений весенних температур за период 1976-2014 гг. в среднем для суши СП и России, приведены в табл. 1.1. Величина тренда средней по территории России весенней температуры более чем в полтора раза превосходит тренд средней по Северному полушарию. Сглаженная кривая на рис.1 показывает, что начало потепления на территории России и для СП в целом приходится на начало 1960-х гг.

**Таблица 1.1**

Сезонные (весна 2014: март - май) аномалии температуры приземного воздуха относительно норм базового периода 1961-1990 гг. ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по суше СП и России и оценки линейного тренда за период 1976-2014

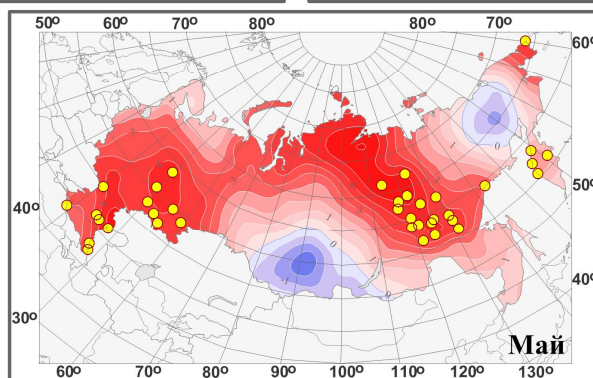
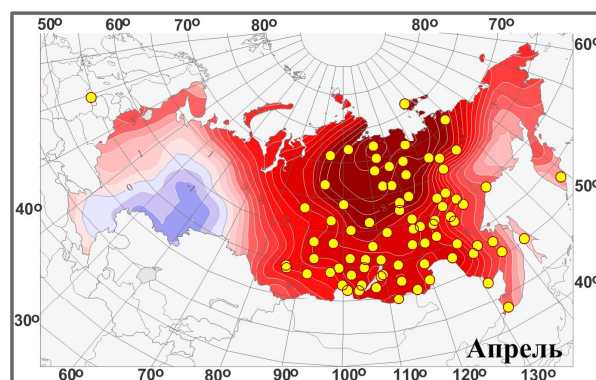
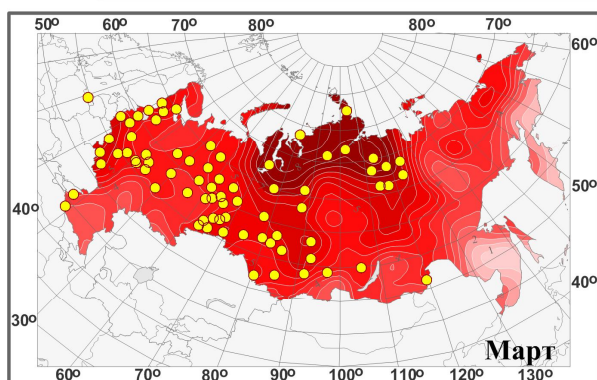
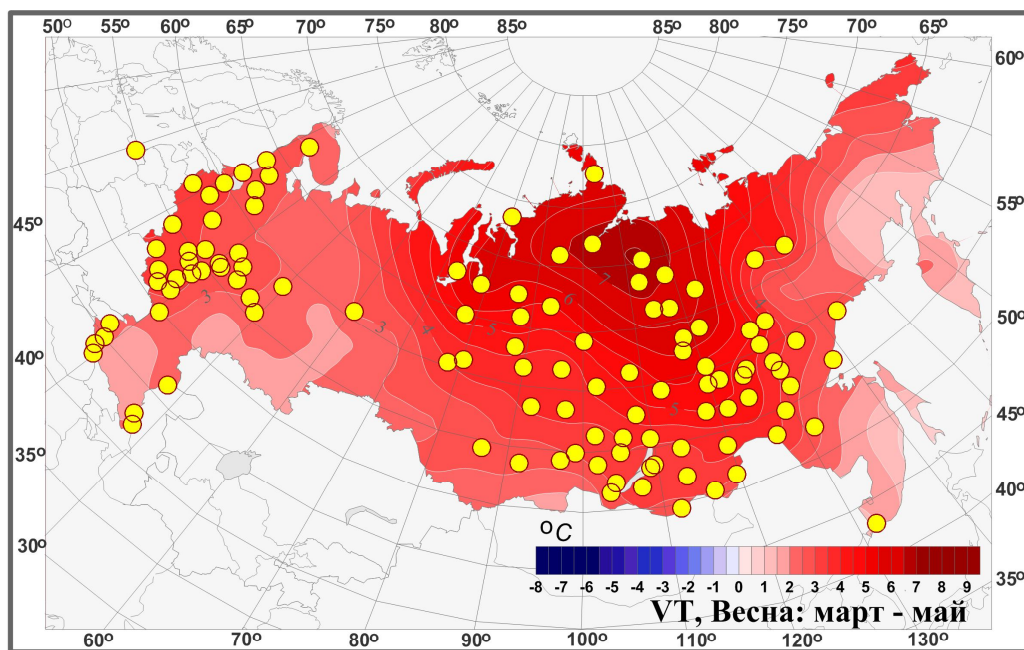
Регионы	$\nu T_{2014}$	$s_{1961-90}$	$b, ^{\circ}\text{C}/10 \text{ лет}$	$D \%$
СП	1.20	0.29	0.34	74
Россия	3.12	1.19	0.58	33

*Примечание:*  $\nu T$  – аномалия температуры,  $s$  - стандартное отклонение за период 1961-1990,  $b$  – коэффициент линейного тренда,  $D$  - вклад тренда в дисперсию.

## 2. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕСНЫ 2014 г. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

На рис. 2.1 и 2.2 представлены карты сезонных и месячных аномалий температуры и осадков на территории России весной 2014 г. На картах указано местоположение станций с экстремумами ниже 5-го выше 95-го перцентилей. Значения аномалий, осредненных по регионам, представлены в таблицах 2.1 и 2.2.

**Температура воздуха.** Осредненная по территории РФ аномалия  $+3.12^{\circ}\text{C}$  – максимальная величина в ряду наблюдений с 1936 г. На всех станциях РФ температура была выше климатической нормы, на большинстве станций запада и центра ЕЧР, Сибирского и Дальневосточного ФО температура была выше 95-го перцентилей. Осредненные по физико-географическим регионам РФ аномалии температуры все попали в пять максимальных в соответствующих рядах. На сезонное распределение аномалий температуры наиболее существенное влияние оказали март (на ЕЧР) и апрель (на АЧР).



**Рисунок 2.1** – Поля средней сезонной и средних месячных аномалий температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) на территории России весной 2014 г. Кругками белого цвета показано местоположение станционных экстремумов ниже 5-го перцентиля, желтого – выше 95-го перцентиля. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период 1961-1990 гг.

**Март.** Март был очень теплым, осредненная по территории России мартовская аномалия температуры  $+4.25^{\circ}\text{C}$  – четвертая величина в ряду наблюдений, все четыре наибольших величины зафиксированы в течение последних пятнадцати лет (1990. 2008, 2002. 2014). На всех станциях РФ температура была выше климатической нормы, особенно тепло на севере Западной и Средней Сибири (аномалии  $+7 - +9^{\circ}\text{C}$ ), на большинстве станций от западных границ до течения Лены , исключая юго-восток ЕЧР

и Южный Урал) температуры были выше 95-го перцентиля. Максимальная аномалия температуры зафиксирована на станции о. Диксон (+9.1°C). Осредненные по регионам: Европейская часть России, Западная Сибирь, Средняя Сибирь, аномалии температуры попали в четыре самых больших в соответствующих рядах.

**Апрель.** Осредненная по территории России апрельская аномалия температуры 2014 года: +3.26°C - вторая величина в ряду (после рекордного 1997 года: аномалия +3.53°C). Особенно тепло было в АЧР восточнее течения Оби, на большинстве станций температуры (кроме дальнего Северо-Востока) выше 95-го перцентиля. Осредненные по регионам: Средняя Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье, Приамурье и Приморье, аномалии температуры +6.41°C, +5.61°C, +3.25°C – вторая, первая и первая величины в соответствующих рядах. Максимальная аномалия температуры зафиксирована в Якутии на станции Саскылах (+9.6°C).

В центре ЕЧР было умеренно тепло; несколько теплее – на западе (аномалии около +2°C). Температуры ниже нормы наблюдались в Поволжье, на Южном Урале, на юге Западной Сибири.

**Май.** Осредненная по территории России майская аномалия температуры: +1.82°C – шестая положительная величина в ряду, по территории ЕЧР: +2.77°C – пятая положительная величина. На ЕЧР всюду температура выше нормы, особенно тепло в южных районах - осредненные по Приволжскому, Южному, Северо-Кавказскому ФО аномалии температуры: +3.38°C, +3.22°C, +2.65°C – вторая, третья, вторая положительные величины в рядах. Холоднее на севере (Кольский п-ов, Архангельская обл.).

На большей части АЧР также тепло, особенно тепло на Таймыре и в Якутии, в Амурской области и в Хабаровском крае (на ряде станций температура выше 95-го перцентиля).

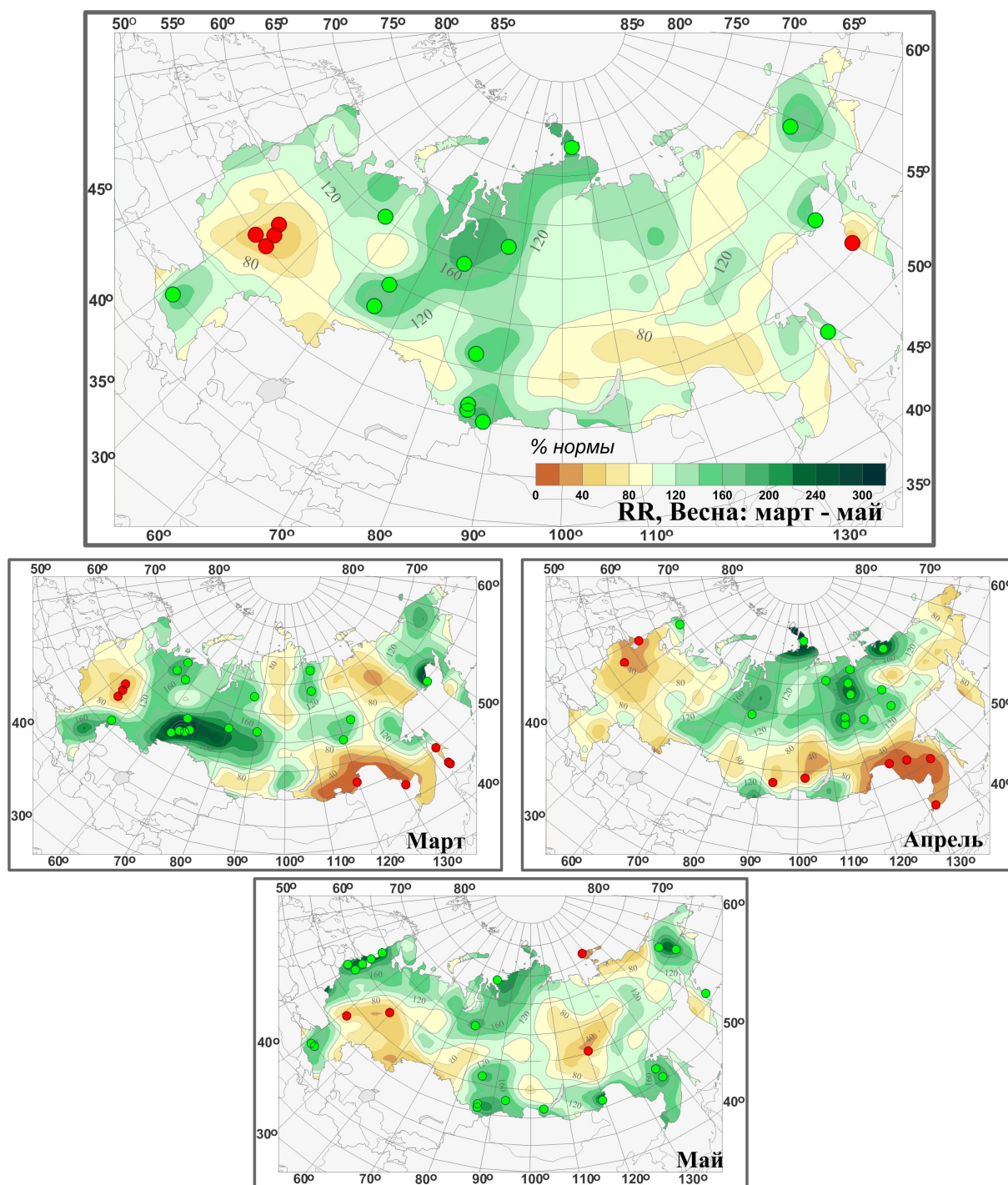
Температуры ниже климатической нормы наблюдались в южных районах Сибирского ФО (аномалии до -2.0°C в Красноярске и Минусинске), а также в Чукотском АО и на севере Корякского АО.

**Атмосферные осадки.** В целом за сезон осредненные по территории РФ осадки были умеренно выше нормы (110%) (аномалия +2.7 мм/месяц, вероятность неперевышения 75%).

Значительный избыток осадков (120%-160%) наблюдался в Западной Сибири во все месяцы сезона (наибольший избыток осадков зафиксирован в Тюмени: 213% нормы). Осредненные по региону Западная Сибирь осадки составили 129% нормы (аномалия +8.1 мм/месяц, ранг 4). В ЕЧР избыток осадков (более 120%) наблюдался в северных и южных районах (в марте и мае).

В центральных районах ЕЧР - наблюдался дефицит осадков (40%-80%), местами экстремальный (ниже 5-го перцентиля); в Нижнем Новгороде осадков выпало лишь 29% нормы. Вероятности неперевышения для Центрального и Приволжского ФО – около 25%, т.е. такие аномалии в среднем наблюдаются раз в 4 года. Дефицит осадков (менее 80%) наблюдался также в полосе от севера Прибайкалья до среднего течения Амура (осредненные по регионам Прибайкалье и Забайкалье и Приамурье и Приморье осадки ниже медианного значения).





**Рисунок 2.3** – Поля аномалий средних сезонных и месячных сумм осадков (в процентах от нормы за 1961-1990 гг.) на территории России весной 2014 (март – апрель). Кружками красного цвета показаны стационарные экстремумы ниже 5-го перцентиля, зеленого – выше 95-го перцентиля.

**Март.** В целом по РФ осадки были выше нормы: 122% (средняя аномалия +4.2 мм/месяц, ранг 20).

Избыток осадков (120%-220% нормы) наблюдался в южных и восточных районах ЕЧР и далее в Западной Сибири (максимальная аномалия 351% нормы зафиксирована в бассейне Иртыша на станции Тюмень, на многих станциях здесь выпало более 95-го перцентиля осадков), в течении Лены, на Чукотке, в Хабаровском

крае. Осредненные по региону Западная Сибирь осадки составили 166% нормы - 7-я величина в ряду.

Значительный дефицит осадков (20%-80%) наблюдался в горах Забайкалья, в Амурской области, в Приамурье и в Приморье (на станциях Нерчинский Завод и Екатерино-Никольское осадков в марте не выпало совсем).

Дефицит осадков (40%-80%) наблюдался в западных и центральных областях ЕЧР (минимальное значение аномалии зафиксировано на станции Юрьевец Ивановской области: 17% нормы); в центральных районах Якутии и на севере Хабаровского края.

**Апрель.** Апрельские осадки были ниже нормы. Осредненные по территории РФ осадки составили 88% нормы (средняя аномалия -3.1 мм/месяц, вероятность превышения 32%). Характерной особенностью апреля является наличие больших территорий, как со значительным дефицитом, так и со значительным избытком осадков.

На большей части ЕЧР наблюдался дефицит осадков ниже 80% нормы, в особенности в Псковской, Новгородской и Ленинградской областях; минимальное количество осадков выпало на станции Сортавала республики Карелия: 22% нормы.

Значительный дефицит осадков (20%-80% нормы) наблюдался в АЧР в южных районах Дальневосточного и Сибирского ФО (не захватывая Алтай и пограничные районы с Монголией), на Чукотке, на Камчатке (на станции Тыгда осадков не выпало совсем). Осредненные по территории Приамурья и Приморья осадки составили 44% нормы (аномалия -22.0 мм/месяц – третья минимальная величина в ряду).

В центральных и северных районах АЧР наблюдался значительный избыток осадков: от течения Оби (на западе) до течения Колымы (на востоке). На многих станциях Якутии количество выпавших осадков превысило 95-й процентиль.

**Май.** Осредненные по РФ майские осадки составили 119% нормы (аномалия +7.2 мм/месяц, ранг 7). Значительный избыток осадков (120%-200%) наблюдался в западных и северных районах ЕЧР: особенно много осадков выпало в Северо-Западном ФО: 145% нормы (+18.8 мм/месяц) – четвертая максимальная величина в ряду, и особенно в Псковской, Ленинградской областях, в Карелии: на станции Карелии Реболы выпало 260% нормы осадков. Также много осадков выпало на севере Западной Сибири, на Чукотке, на Алтае и в Саянах, в Приамурье и в Приморье. На некоторых станциях этих районов выпало более двух месячных норм осадков (больше всего осадков выпало на станции Нерчинский Завод Забайкальского края: 346% нормы).

Дефицит осадков (менее 80%-60%) наблюдался в Приволжском ФО (в среднем за месяц выпало 67% нормы, май оказался среди девяти самых сухих), на юге Западной Сибири, в центральных районах Якутии, вдоль побережья Восточно-Сибирского моря.

В таблицах 2.1 и 2.2 представлены регионально осредненные аномалии температуры и осадков, рассчитанные по значениям станционных аномалий весеннего сезона; для характеристики масштаба аномалий приведены также средние квадратические отклонения региональных аномалий за базовый период 1961-90 гг. Оценки приведены для физико-географических регионов (рис.1) и федеральных округов (рис.2) Российской Федерации.

Для осадков (табл. 2.2) дополнительно к отклонениям от нормы приведены

относительные аномалии, т.е. отношение осредненной по территории региона сезонной суммы осадков к средней по региону сезонной норме, выраженное в процентах (о процедуре регионального осреднения см. во введении), а для характеристики масштаба изменчивости с учетом выраженной асимметрии распределения осадков абсолютные величины разности между медианой и первым и третьим квартилями аномалий, рассчитанные для базового периода. Кроме того, в таблицах приведены значения эмпирической вероятности (вероятности неперевышения) региональных аномалий по данным за 1936-2013 годы.

Временные ряды регионально осредненных аномалий температуры и осадков для каждого из рассматриваемых физико-географических регионов и Федеральных округов РФ представлены в Разделе 4.

Как уже отмечалось выше, весна для России в целом (см. табл. 2.1) была экстремально теплая, аномалия температуры  $+3.12^{\circ}\text{C}$  – максимальная величина в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1936 года, значение аномалии превышало стандартное отклонение более чем в два с половиной раза. В марте осредненная по территории России аномалия температуры составила  $+4.25^{\circ}\text{C}$  – четвертая положительная величина в ряду, в апреле:  $+3.26^{\circ}\text{C}$  – вторая положительная величина в ряду наблюдений, в мае:  $+1.82^{\circ}\text{C}$  – шестая величина в ряду.

Осредненные по физико-географическим регионам и федеральным округам РФ сезонные аномалии температуры все (кроме Восточной Сибири и Приволжского ФО) попали в пять максимальных; в Прибайкалье и Забайкалье наблюдался максимум сезонной температуры с 1936 г.

**Таблица 2.1**

Регионально осредненные аномалии температуры весной 2014 г.

Регионы	$\nu T_{2014}$	$s_{1961-90}$	$P(t \leq T_{2014})$
Российская Федерация	<b>3.12</b>	1.19	<b>100.0</b>
<b>Физико-географические регионы России</b>			
Европейская часть России	<b>2.43</b>	1.44	<b>97.4</b>
Западная Сибирь	<b>3.08</b>	1.62	<b>96.2</b>
Средняя Сибирь	<b>4.74</b>	1.66	<b>97.4</b>
Прибайкалье и Забайкалье	<b>3.38</b>	1.39	<b>100.0</b>
Приамурье и Приморье	<b>2.30</b>	1.15	<b>96.2</b>
Восточная Сибирь	2.65	1.23	93.6
<b>Федеральные округа РФ</b>			
Северо-Западный	<b>2.64</b>	1.54	<b>93.6</b>
Центральный	<b>3.01</b>	1.68	<b>98.7</b>
Приволжский	2.10	1.70	91.0
Южный	<b>2.20</b>	1.47	<b>94.9</b>
Северо-Кавказский	<b>1.76</b>	0.96	<b>97.4</b>
Уральский	<b>3.28</b>	1.75	<b>94.9</b>
Сибирский	<b>3.51</b>	1.47	<b>96.2</b>
Дальневосточный	<b>3.31</b>	1.23	<b>98.7</b>

**Примечание:** 1. Аномалии  $\nu T_{2014}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) рассчитаны как отклонения от нормы 1961-1990 гг.;  $s$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) – среднее квадратическое отклонение за базовый период; вероятности неперевышения  $P(t \leq T_{2014})$  рассчитаны по выборке за 1936-2013гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попадающие в 5% максимальных.

Таблица 2.2

Регионально осредненные аномалии осадков весной 2014 г.

Регионы	$\nu R_{2014}$	$RR_{2014}$	$m$	$m-q1$	$q3-m$	$P(r \leq R_{2014})$
Российская Федерация	2.7	110	-0.1	1.6	2.2	75.6
<b>Физико-географические регионы России</b>						
Европейская часть России	1.7	105	-0.3	2.9	2.2	55.1
Западная Сибирь	<b>8.1</b>	<b>129</b>	0.6	4.5	3.3	<b>96.2</b>
Средняя Сибирь	3.2	115	-0.2	1.7	2.1	88.5
Прибайкалье и Забайкалье	0.0	100	0.2	2.6	1.3	41.0
Приамурье и Приморье	-2.7	93	-0.2	4.5	4.3	39.7
Восточная Сибирь	2.3	112	-0.6	2.0	2.9	79.5
<b>Федеральные округа РФ</b>						
Северо-Западный	5.1	115	-1.2	1.8	5.6	79.5
Центральный	-5.8	85	1.0	7.0	4.0	26.9
Приволжский	-4.9	85	0.7	5.9	3.8	23.1
Южный	7.4	119	-0.7	5.1	6.7	78.2
Северо-Кавказский	<b>19.7</b>	<b>135</b>	2.2	3.9	9.2	<b>96.2</b>
Уральский	9.6	134	0.2	4.5	2.8	91.0
Сибирский	3.2	114	0.0	1.5	2.5	88.5
Дальневосточный	1.1	105	-0.6	0.6	1.8	65.4

**Примечание:** 1. Аномалии  $\nu R_{2014}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за базовый период 1961-1990 гг.),  $RR_{2014}$  – отношение  $R_{2014}$  к норме, выраженное в %,  $q1$ ,  $q3$  и  $m$  – соответственно первый, третий квартиль и медиана аномалий (мм/месяц) за базовый период; вероятности не превышения  $P(r \leq R_{2014})$  – рассчитаны по выборке за 1936-2013 гг. и выражены в %. Выделены экстремальные значения, попадающие в 5% максимальных.

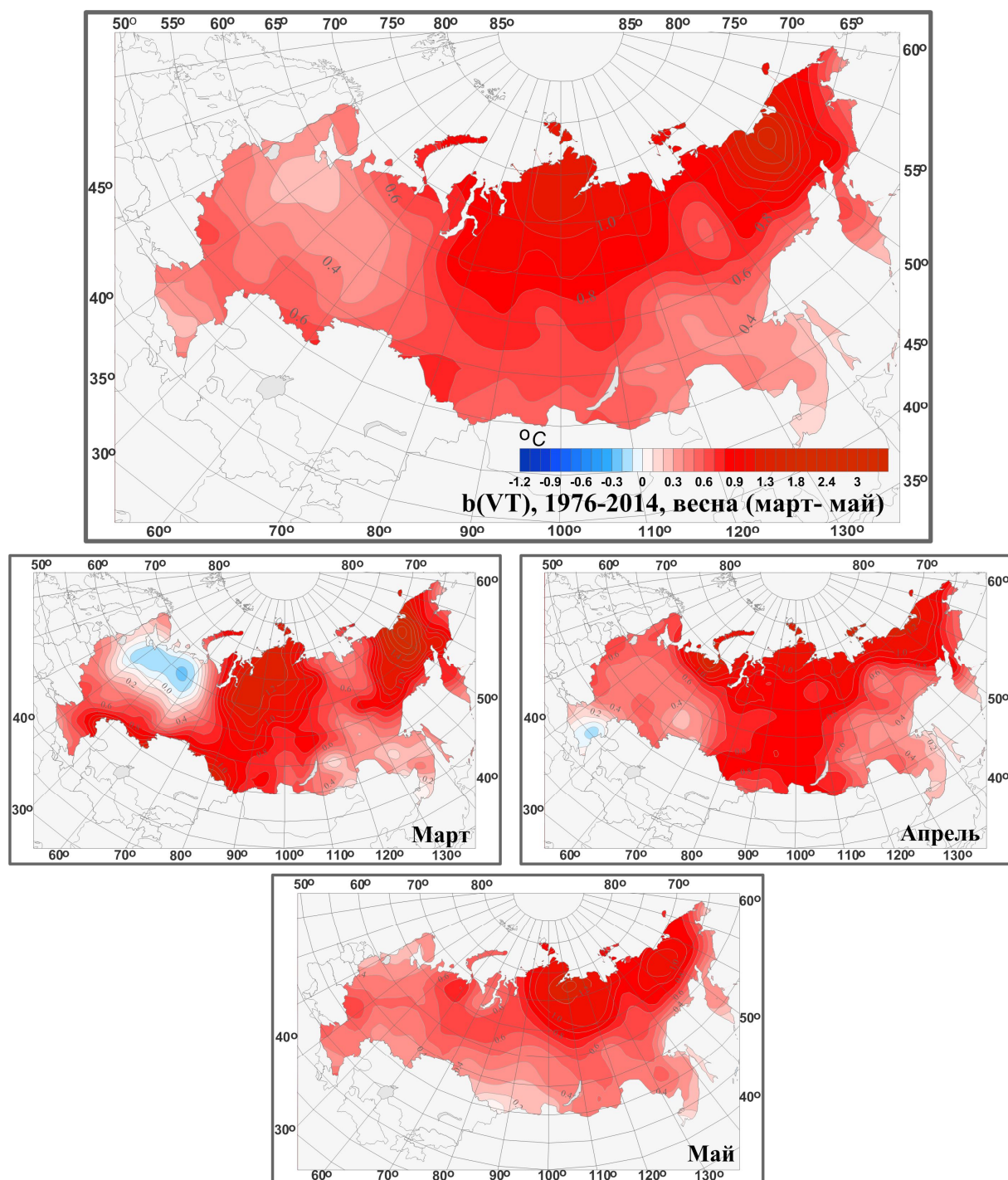
В регионе Россия в целом весной (табл. 2.2) относительная аномалия осадков составила 110% нормы (+2.7 мм/месяц) – 20-ая положительная величина в ряду наблюдений. В среднем по регионам РФ во всех регионах (кроме Приамурья и Приморья) осадков выпало выше нормы, наибольшее количество осадков наблюдалось в регионе Западная Сибирь: 129% - пятая величина в ряду. Из федеральных округов следует отметить Северо-Кавказский ФО: выпало 135% нормы – пятая величина в ряду, в Приамурье и Приморье, в Центральном и Приволжском ФО осадков выпало меньше нормы.

### 3. ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В ВЕСЕННИЙ СЕЗОН

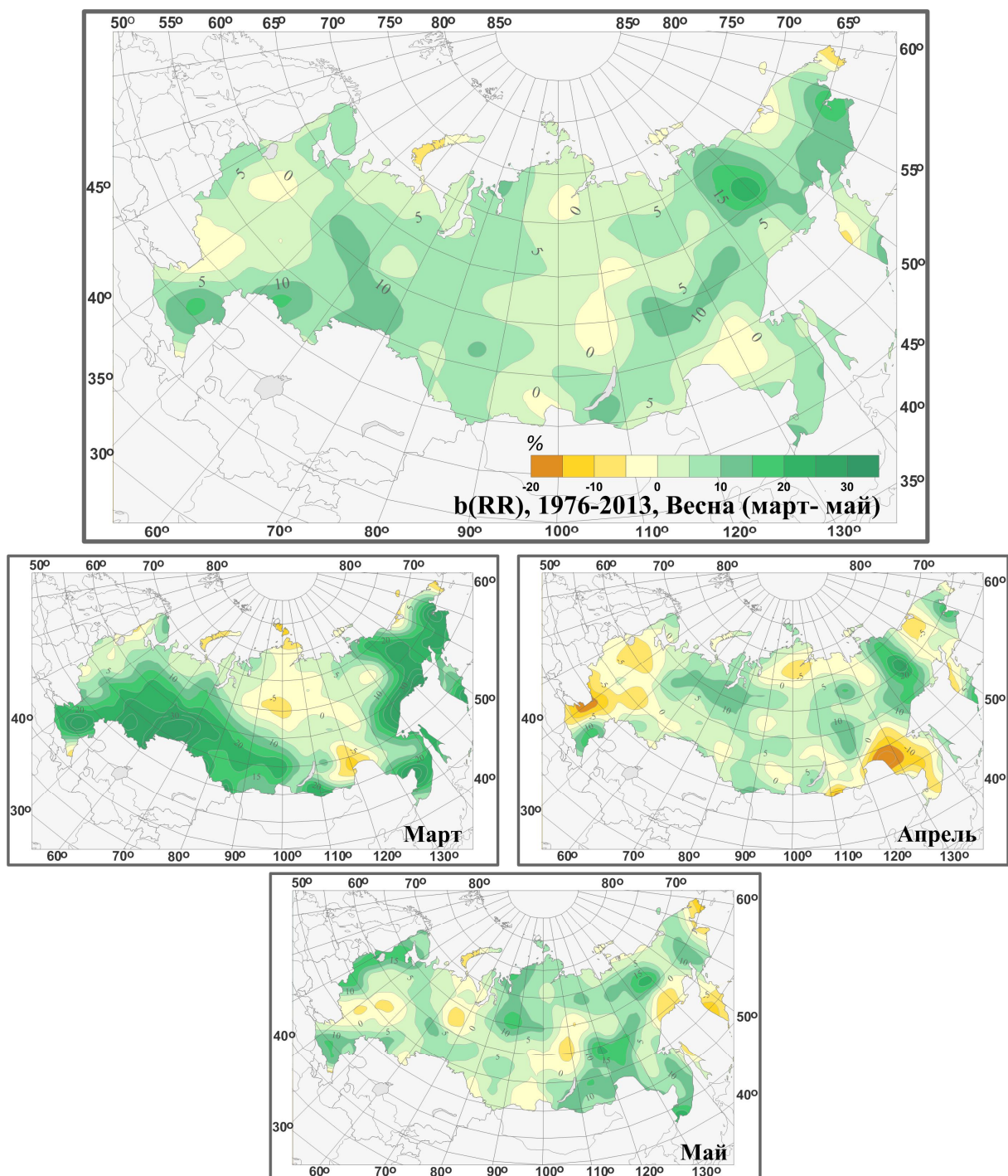
В этом разделе рассматриваются основные тенденции в изменении метеорологических величин с начала современного потепления, т.е, с середины 1970-х гг. На рис. 3.1 и 3.2 представлено географическое распределение коэффициента линейного тренда за 1976-2014 гг. температуры приземного воздуха и атмосферных осадков на территории России для весеннего сезона в целом и для каждого из месяцев весны.

Оценки получены по стационарным временным рядам аномалий в точках расположения станций и затем картированы. Представленные поля характеризуют

направление и среднюю скорость изменений температуры и осадков весеннего сезона на территории России с 1976 г.



**Рисунок 3.1** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий температуры (°C/10 лет) на территории России по данным за 1976-2014 (весна)



**Рисунок 3.2** – Распределение локальных коэффициентов линейного тренда сезонных и месячных аномалий осадков (% нормы /10 лет) на территории России по данным за 1976-2014 (весна).

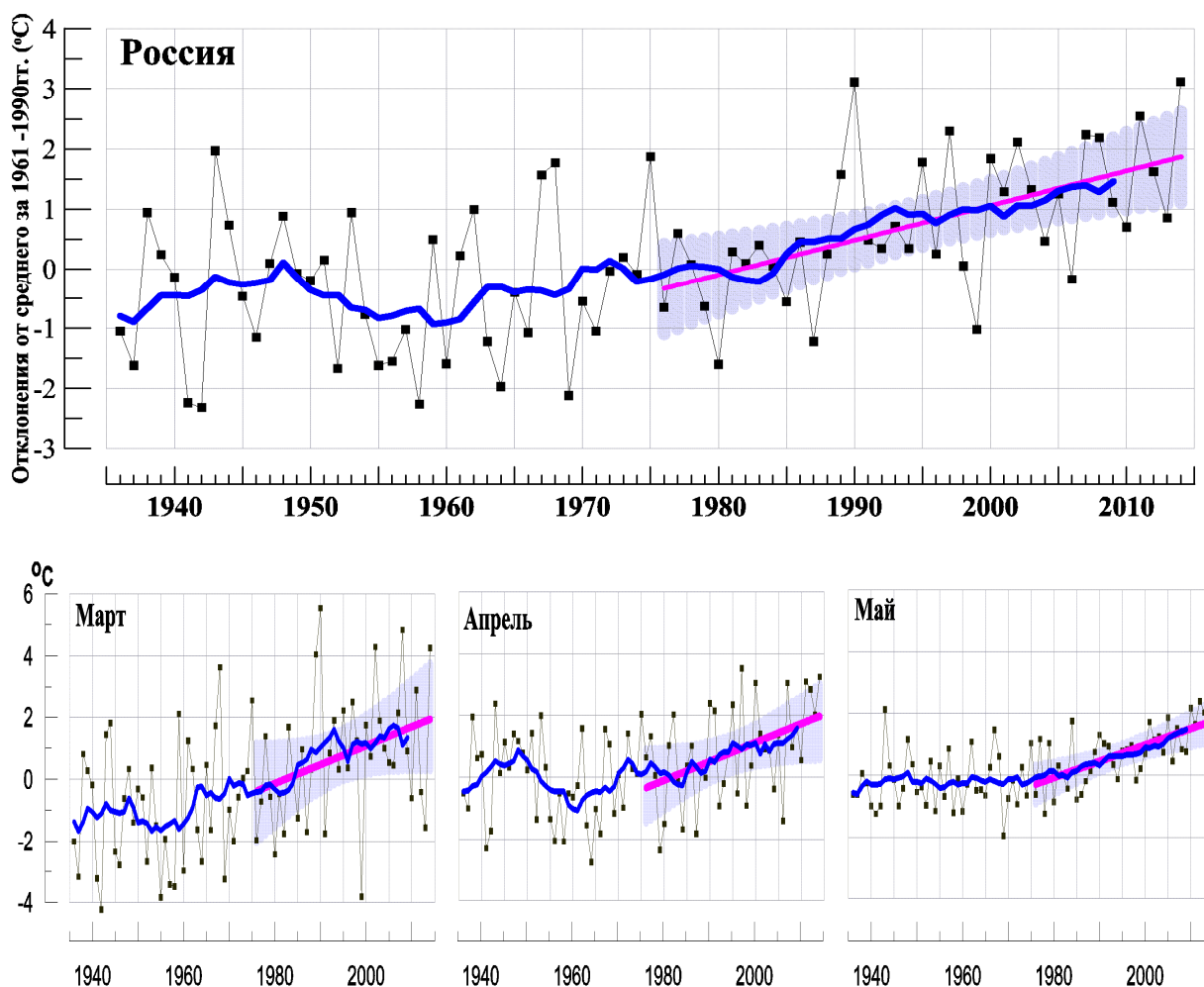
Весенние температуры растут на всей территории страны. Наиболее значительный рост температуры наблюдается на севере Западной и Средней Сибири (до  $+1.2^{\circ}\text{C}/10$  лет на Таймыре), на востоке Якутии, в Чукотском АО (до  $+1.5^{\circ}\text{C}/10$  лет вблизи побережья Восточно-Сибирского моря). На северо-западе ЕЧР, юге Якутии, в Приморье и на Сахалине весенние температуры растут значительно слабее.

Рост температуры наблюдается во все месяцы сезона практически на всей территории РФ.

Наибольший рост температуры наблюдается в марте: в Западной и Средней Сибири (до  $+1.4^{\circ}\text{C}/10$  лет), а также на северо-востоке (до  $+2.4^{\circ}\text{C}/10$  лет), в апреле: на севере ЕЧР и северо-востоке страны (более  $+1.2^{\circ}\text{C}/10$  лет), мае: на севере Средней Сибири (более  $+1.2^{\circ}\text{C}/10$  лет).

В марте на севере европейской части страны наблюдается похолодание до  $-0.2^{\circ}\text{C}$ . По сравнению с периодом 1976-2013 гг. область похолодания несколько уменьшилась. В апреле на территории Северо-Кавказского ФО наблюдается слабое похолодание.

В изменении весенних сумм осадков (рис. 3.2) преобладает тенденция к росту: на половине территории более  $5\%/10$  лет. Наиболее интенсивный рост осадков (более  $10\%/10$  лет) наблюдается на западе Прикаспийской низменности, на Южном Урале, на востоке Якутии, в бассейне Анадыря. Рост осадков на большей части территории РФ наблюдается во все весенние месяцы.



**Рисунок 3.3** – Аномалия средней сезонной (вверху) и для месяцев сезона температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) осредненная по территории РФ.

*Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2014 гг. Показана 95% -я доверительная область для линии тренда.*

В *марте* на большей части РФ наблюдается существенный рост осадков. Наиболее интенсивный рост (более 20%/10 лет) происходит на юге ЕЧР, на Среднем и Южном Урале и юге Западной и Средней Сибири, на востоке Якутии, вдоль побережья морей Тихого океана. Уменьшение осадков наблюдается на Среднесибирском плоскогорье, в верхнем течении Амура (довольно значительное).

Характерной особенностью изменения *апрельских* осадков является наличие нескольких крупных областей убывания осадков. Осадки убывают на большей части европейской России, особенно в юго-западных районах (до -15%/10 лет); такое же значительное убывание наблюдается в Амурской области; осадки также убывают на севере Сибири вдоль моря Лаптевых, на западе Чукотского АО и Камчатского края. На западном побережье Каспийского моря, на Северном Урале и в нижнем течении Оби, в Якутии, на востоке Чукотки наблюдается значительный рост (более 10%/10 лет).

В *мае* преобладает тенденция роста осадков, но не такая сильная как в марте. В ряде областей Центрального ФО, в ряде областей АЧР, в особенности на Камчатке, на востоке Чукотки в мае наблюдается уменьшение осадков.

В таблице 3.1 приведены оценки линейного тренда температуры и осадков весеннего сезона и каждого его месяца для территории РФ в целом.

Тренд средней по России весенней температуры за период 1976-2013 гг. положителен: он составляет 0.58°C/10 лет, объясняет 33% межгодовой изменчивости (табл. 3.1): тренд значим на 1%-м уровне, как и тренды апрельских и майских температур. В марте с начала 1990-х гг. наблюдается замедление роста температуры (сглаженная кривая на рис. 3.3), мартовский тренд незначим уже на уровне 5%.

**Таблица 3.1**

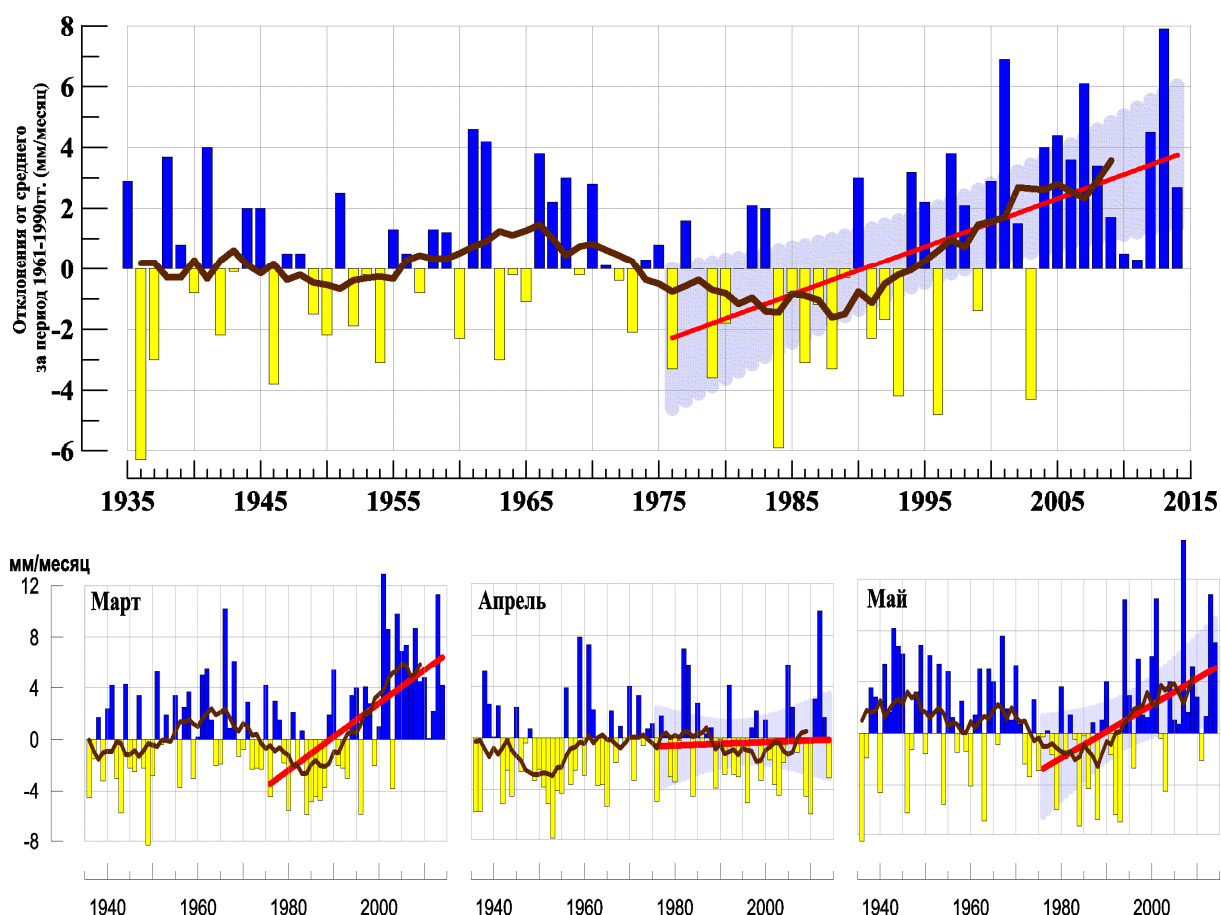
Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха и суммы осадков, осредненных по территории России и за весенний сезон, за 1976-2014 гг.

*b* – коэффициенты линейного тренда, *D* - вклад тренда в дисперсию ряда.

Регион Российская Федерация	Температура		Осадки	
	<i>b</i> °C/10 лет	<i>D</i> , %	<i>b</i> мм/мес/10 лет	<i>D</i> , %
<b>Весна</b>	0.58	33	1.6	29
Март	0.61	11	2.6	34
Апрель	0.60	20	0.1	0
Май	0.52	44	2.0	20

Тренд сезонных сумм осадков составляет 1.6 (мм/мес) / 10 лет и объясняет 29% межгодовой изменчивости. Рост осадков происходит в марте и мае, начало его относится ко второй половине 1980-х гг. Хотя сезонный, а также мартовский и майский тренды значимы на 1%-м уровне, т.е. можно утверждать достаточно определенно, что осадки растут в рассматриваемый период, общий характер изменения осадков (выраженные долгопериодные колебания с периодами в несколько десятилетий) дает основание для альтернативы: рост осадков является тенденцией, связанной с глобальным потеплением, либо это возрастающая фаза естественного долгопериодного колебания.





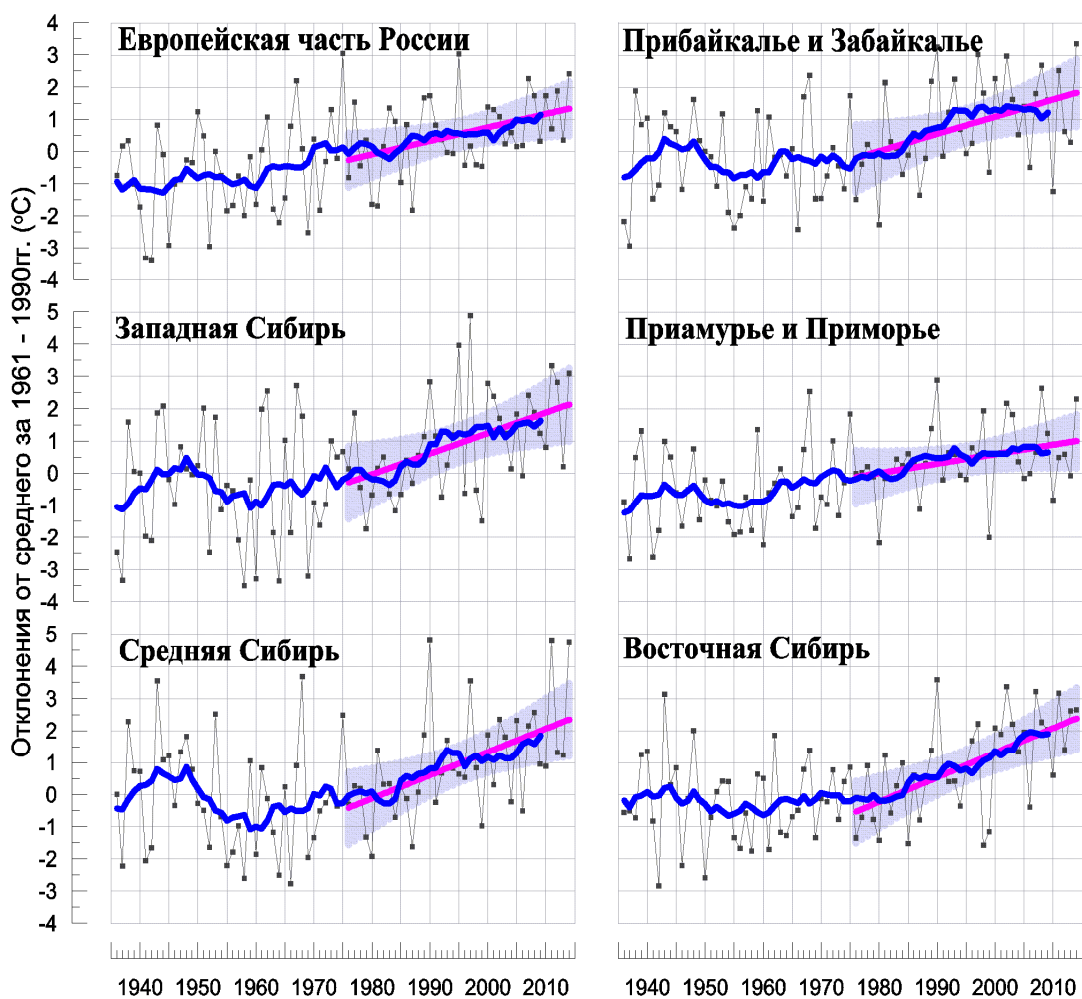
**Рисунок 3.4** – То же, что на рис. 3.3, но для атмосферных осадков (мм/мес).

#### **4. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ ВЕСЕННЕГО СЕЗОНА В РЕГИОНАХ РОССИИ ЗА ПЕРИОД 1936-2014 гг.**

В разделе анализируется характер изменения регионально-осредненных температур и осадков для физико-географических регионов России и Федеральных округов. На рис. 4.1 – 4.4 приведены временные ряды осредненных по регионам аномалий средней месячной температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ) и месячных сумм осадков (мм/месяц) весеннего сезона за 1936 – 2014 гг. На всех рисунках показаны линейные тренды за 1976-2014 гг., рассчитанные методом наименьших квадратов. Величины трендов и объясненные трендами доли дисперсии рядов представлены в таблице 4.1.

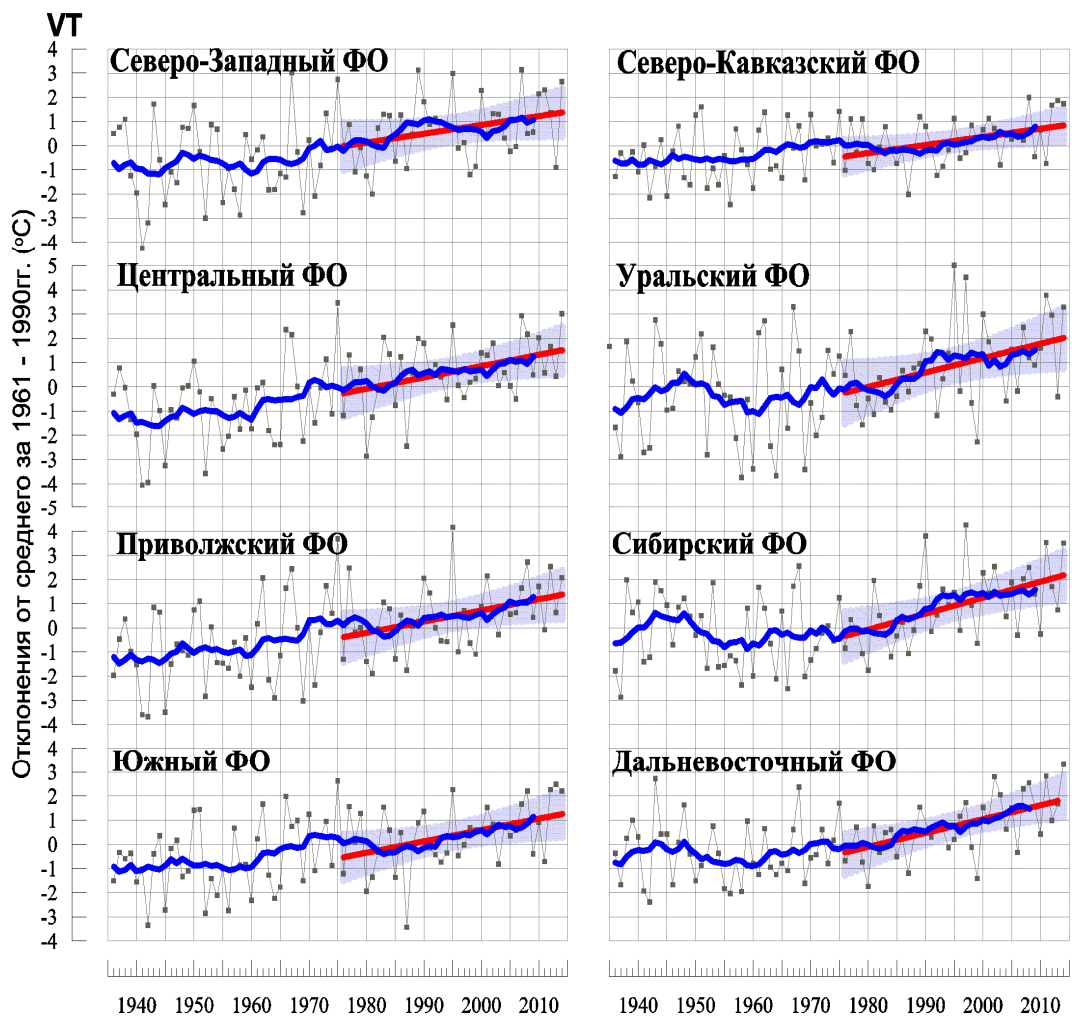
Во всех регионах в среднем за период 1976-2014 гг. наблюдается рост температуры: тренды значимы на 1%-м уровне для всех регионов, исключая Приамурье и Приморье и Северо-Западный ФО. Для большинства регионов начало потепления можно отнести к 1960-м годам, хотя начало глобального потепления, связываемого с ростом индустриальных выбросов парниковых газов, относится к середине 1970-х гг.. По-видимому, эти региональные отличия следует связывать с долгопериодными колебаниями в системе океан-атмосфера, которые, накладываясь на глобальный тренд, дают несколько отличающуюся картину изменений. С середины 1990-х гг. в Западной

Сибири рост температуры существенно замедляется, а в Прибайкалье и Забайкалье, Уральском и Сибирском ФО весенние температуры остаются примерно постоянными.

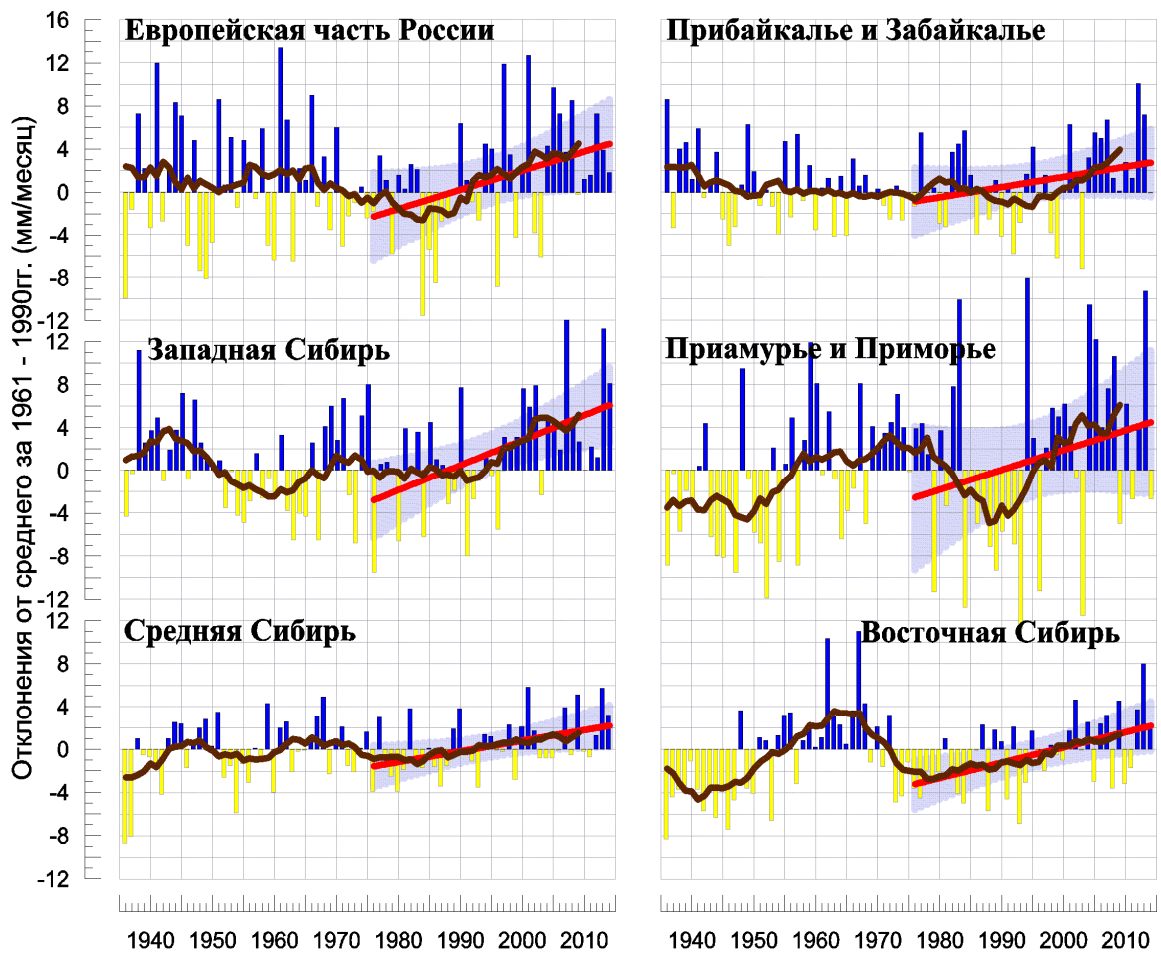


**Рисунок 4.1** - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории физико-географических регионов РФ (весна). Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд получен по данным за 1976-2014 гг. Показана 95%-я доверительная область для линии тренда.

В изменениях осадков (рис. 4.3, 4.4) для физико-географических регионов и Федеральных округов РФ выражены колебания с периодами в несколько десятилетий. В последние десятилетия во всех регионах наблюдается рост весенних осадков, в ряде регионов – значимый на 1%-м уровне (ЕЧР, Западная, Средняя и Восточная Сибирь; Северо-Западный, Уральский, Сибирский и Дальневосточный ФО).

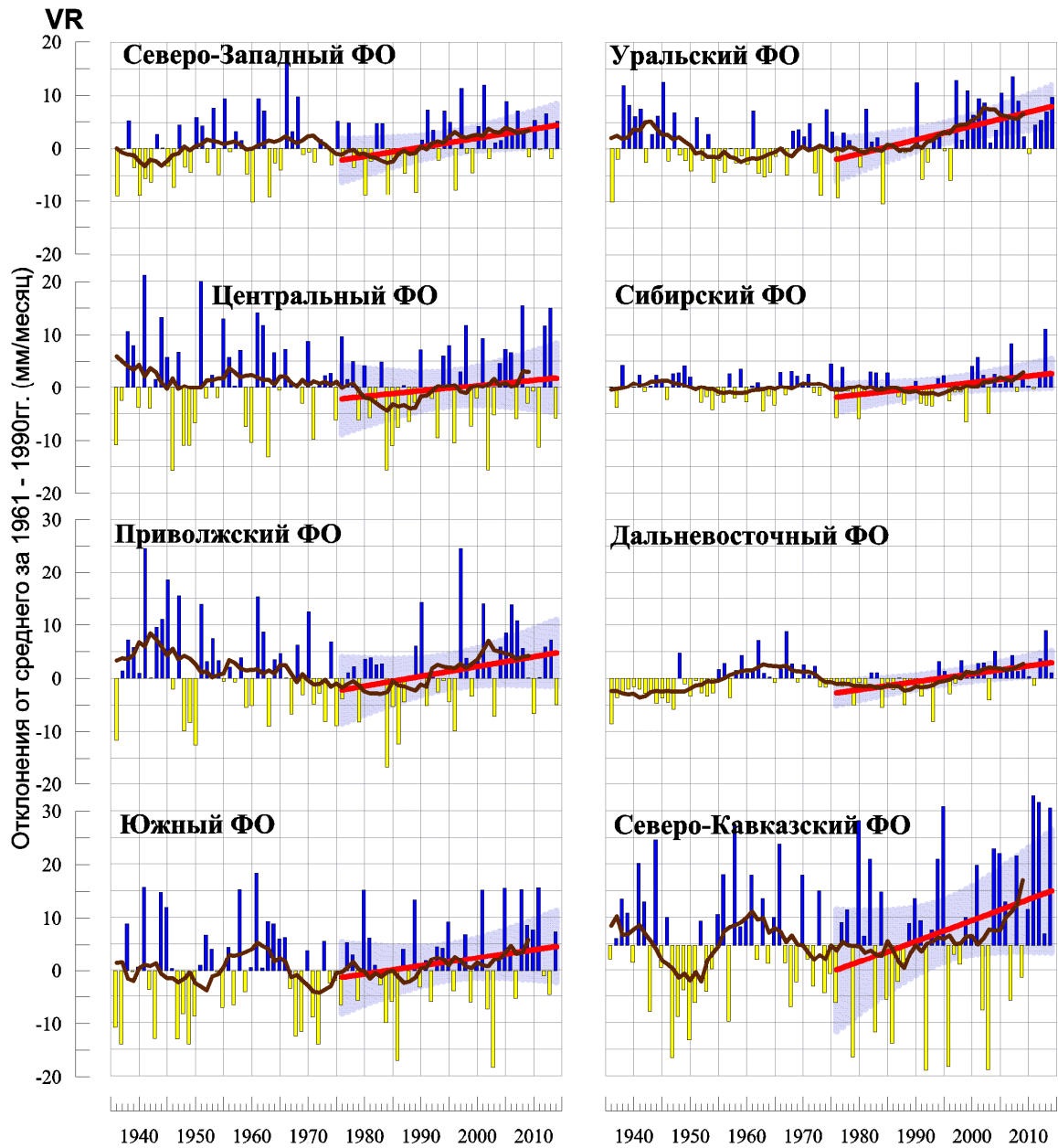


**Рисунок 4.2** - Сезонные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории федеральных округов РФ (весна). Условные обозначения см. на рис. 4.1



**Рисунок 4.3** - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории регионов РФ (весна).

Условные обозначения см. на рис. 4.1.



**Рисунок 4.4** - Сезонные аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории федеральных округов РФ (весна). Условные обозначения см. на рис. 4.1.

**Таблица 4.1**

Оценки линейного тренда осредненных по территории России среднесезонных аномалий температуры приземного воздуха и сумм осадков за 1976-2014 гг. (весенний сезон),

*b* – коэффициенты линейного тренда, *D* - вклад тренда в дисперсию ряда.

Регионы	Температура		Осадки		
	<i>b</i> °C/10 лет	<i>D</i> , %	<i>b</i> мм/мес/10 лет	<i>b</i> , %/10 лет	<i>D</i> , %
Россия	0.58	33	1.6	5.7	29
<b>Физико-географические регионы России</b>					
Европейская часть России	0.42	18	1.8	4.8	14
Западная Сибирь	0.64	21	2.3	8.3	27
Средняя Сибирь	0.73	26	1.0	4.7	19
Прибайкалье и Забайкалье	0.54	18	0.9	4.7	7
Приамурье и Приморье	0.29	10	1.8	4.9	6
Восточная Сибирь	0.77	35	1.4	7.3	25
<b>Федеральные округа РФ</b>					
Северо-Западный	0.37	10	1.7	4.9	14
Центральный	0.47	16	1.1	2.7	2
Приволжский	0.46	15	1.8	5.6	7
Южный	0.47	17	1.6	4.0	4
Северно-Кавказский	0.34	17	3.1	5.6	9
Уральский	0.59	16	2.6	9.1	26
Сибирский	0.66	26	1.2	5.1	14
Дальневосточный	0.63	31	1.5	6.3	28

## 5. ОЦЕНКИ ЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ И АНОМАЛЬНОСТИ КЛИМАТА РОССИИ, 1936-2014 гг. (весенний сезон)

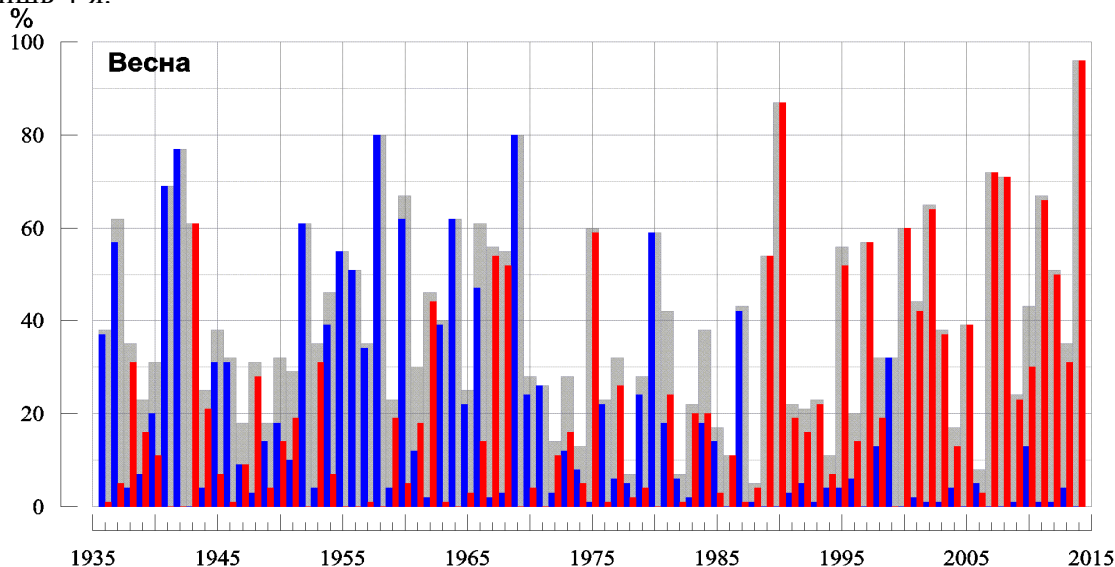
В разделе приведены некоторые индексы экстремальности и аномальности для весеннего сезона в целом по территории России за период 1936 -2014 гг. (рис. 5.1. – 5.4). В качестве индексов экстремальности рассматриваются доли площади под крупными аномалиями температуры и осадков (вероятности превышения ниже 20% и выше 80%), а также экстремальными (абсолютная величина превосходит 2 стандартных отклонения) аномалиями температуры.

**Температура.** Весной 2014 гг. (рис. 5.1) площадь, занятая крупными положительными аномалиями (выше 80-го перцентиля) была очень велика (96%, максимум с 1936 г.), отрицательными аномалиями площади не было занято совсем. С 1976 г. (начало глобального потепления) наблюдается увеличение площади под крупными положительными аномалиями, тренд за период 1976-2014 составляет 13%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 30%).

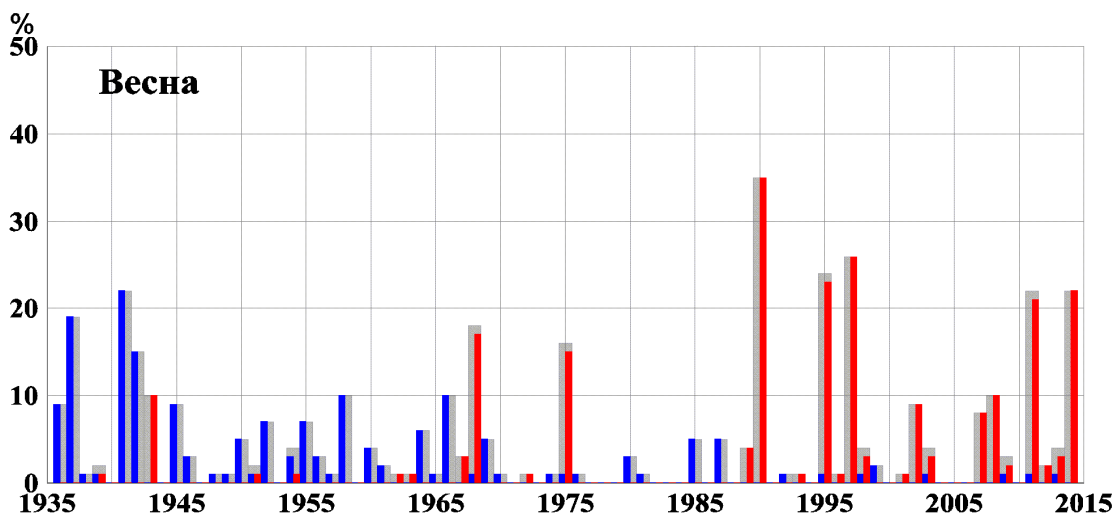
На рис.5.2 представлены ряды доли площади под экстремальными (выше  $2\sigma$  и ниже  $-2\sigma$ ) аномалиями сезонной температуры (в предположении гауссовости распределения это соответствует вероятности примерно 2.3% процента для каждого хвоста распределения). На графике хорошо прослеживаются весны, когда на значительной территории наблюдались экстремальные отрицательные аномалии: 1941

(22% площади занято экстремально холодными аномалиями) 1937 (19%), 1937 (19%), 1945 (15%), 1958 (10%), 1966 (10%). С конца 1980-х гг. преобладают положительные экстремумы.

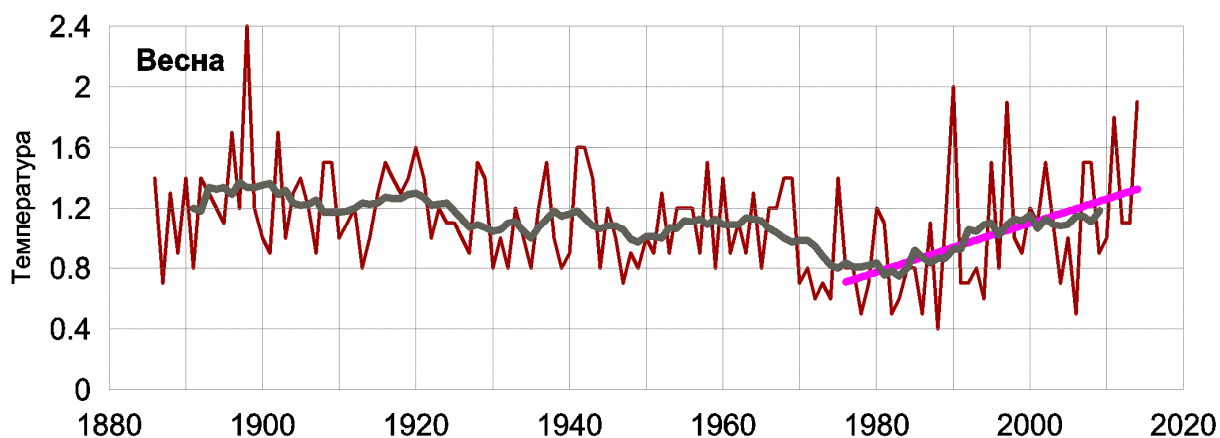
Весны с наибольшими площадями под экстремумами тепла: 1990 (35% площади занято экстремально теплыми аномалиями), 1997 (26%), 1995 (23%), 2014 (22%), 2011 (21%), 1968 (17%), 1975 (15%). Как видно, весна 2014 г. входит в число пяти с наибольшей площадью под экстремумами тепла: доля площади под экстремально теплыми аномалиями составила 22%, под экстремально холодными - 0%. Однако, хотя в среднем весна 2014 г. была самой теплой с 1936 г., по степени экстремальности она лишь 4-я.



**Рисунок 5.1** - Доля площади РФ (в процентах) с крупными аномалиями (ниже 20-го перцентиля: синие столбики, выше 80-го перцентиля: красные столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) температуры весной, 1936-2014 гг.



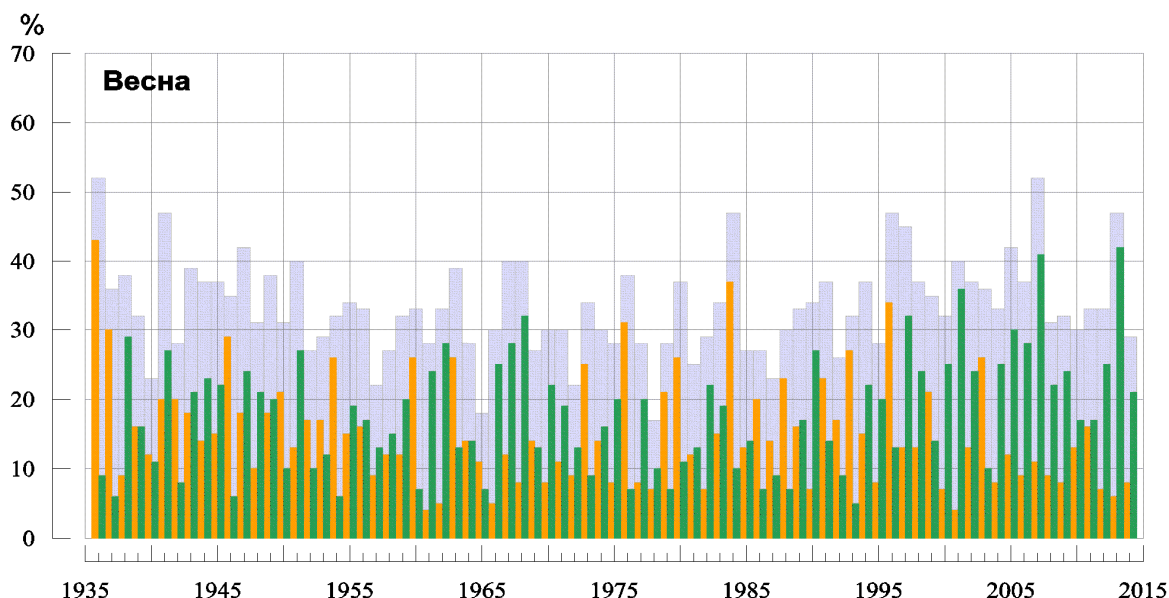
**Рисунок 5.2** - Доля площади РФ (в процентах) с экстремальными (сезонная аномалия меньше  $-2\sigma$ : синие столбики, больше  $+2\sigma$ : красные столбики; суммарная площадь с этими аномалиями: серые столбики) аномалиями температуры весной, 1936-2014 гг. Базовый период для расчета статистик: 1961-1990 гг.



**Рисунок 5.3.** - Индекс аномальности (индекс Багрова) температурного режима на территории России весной 1886-2014 гг.

Анализ изменений индекса аномальности Багрова (рис. 5.3) показывает, что с начала 1980-х гг. аномальность температурного режима на территории РФ в весенний сезон растет – тренд за период 1976-2014 гг. составил 0.16 / 10 лет и объясняет 20% общей дисперсии ряда.

**Осадки.** Весной 2014 г. площадь, занятая крупными аномалиями больше 80 процентиля (рис. 5.4) составила 21%, ниже 20-го процентиля – 8%, и то и другое меньше среднего с начала 21-го века С 1976 г. наблюдается увеличение площади под аномалиями выше 80-го процентиля, тренд за период 1976-2014 составляет 4.9%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 35%: тренд значим на уровне 1%) и уменьшение площади под аномалии ниже 20-го процентиля, тренд за период 1976-2014 составляет -2.7%/10 лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 13%).



**Рисунок 5.4** - Доля площади РФ (в процентах) с крупными аномалиями осадков (ниже 20-го процентиля: желтые столбики, выше 80-го процентиля: зеленые столбики, суммарная площадь с крупными аномалиями: серые столбики) весной, 1936-2014 гг.



## ВЫВОДЫ

1. Весна была экстремально теплой, осредненная по территории РФ аномалия  $+3.12^{\circ}\text{C}$  – максимальная величина в ряду наблюдений с 1936 г. Всюду температуры были выше климатической нормы, почти на половине станций РФ температура была выше 95-го перцентиля, доля площади, занятая крупными положительными аномалиями температуры (выше 80-го перцентиля) составила 96% - максимальная величина в ряду, максимальные аномалии температуры наблюдались на севере Якутии. Осредненные по физико-географическим регионам РФ аномалии температуры (кроме Восточной Сибири) попали в пять максимальных в соответствующих рядах.

2. Температурный режим не был однороден в течение сезона.

*Март* был очень теплым: осредненная по территории России мартовская аномалия температуры  $+4.25^{\circ}\text{C}$  – четвертая величина в ряду наблюдений. Повсюду температура была выше климатической нормы, особенно тепло на севере Западной и Средней Сибири, на большинстве станций от западных границ до течения Лены температуры были выше 95-го перцентиля, максимальные аномалии зафиксированы на Таймыре и севере Якутии (до  $+9.1^{\circ}\text{C}$ ).

*Апрель*. В АЧР восточнее течения Оби на большинстве станций температуры выше 95-го перцентиля, максимальные аномалии (до  $+9.6^{\circ}\text{C}$ ) зафиксированы в Якутии. Осредненные по регионам: Россия в целом, Средняя Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье, Приамурье и Приморье, аномалии температуры -  $+3.26^{\circ}\text{C}$ ,  $+6.41^{\circ}\text{C}$ ,  $+5.61^{\circ}\text{C}$ ,  $+3.25^{\circ}\text{C}$  – вторая, вторая, первая и первая величины в соответствующих рядах.

На части территории РФ наблюдались температуры ниже нормы (аномалии до  $-1.9^{\circ}\text{C}$ ): Поволжье, Южный Урал, юг Западной Сибири.

*В мае* тепло было на большей части РФ, осредненная по территории России майская аномалия температуры:  $+1.82^{\circ}\text{C}$  – шестая положительная величина в ряду наблюдений.

На ЕЧР всюду тепло (аномалии до  $+4.0^{\circ}\text{C}$ ). На большей части АЧР также тепло (аномалии до  $+4.7^{\circ}\text{C}$ ). Температуры ниже климатической нормы наблюдались в южных районах Сибирского ФО (аномалии до  $-2.0^{\circ}\text{C}$ ), на Чукотке (аномалии до  $-1.7^{\circ}\text{C}$ ).

3. Осредненные по территории России осадки составили 110% нормы (средняя аномалия  $+2.7$  мм/месяц) – 20-ая величина с 1936 г.

Избыток осадков (до 140%) наблюдался в северных и южных районах ЕЧР (за счет избытка осадков в марте и мае), значительный избыток (120%-160%) наблюдался в бассейнах рек Оби и Енисея (за счет марта и апреля), на Алтае (избыток осадков здесь наблюдался в апреле и, особенно, в мае), на севере Дальневосточного ФО (избыток осадков наблюдался в марте и в мае). На отдельных станциях Западной Сибири и Алтая выпало более двух сезонных норм. Осредненные по региону Западная Сибирь осадки составили 129% - пятая величина в ряду.

В центральных районах ЕЧР наблюдался дефицит осадков (до 40%), местами экстремальный; дефицит осадков (менее 80%) наблюдался также в южных районах Сибирского и Дальневосточного ФО.

4. Режим выпадения осадков был неоднороден в течение месяцев сезона. Наблюдались крупные области аномалий обоих знаков. Ряд общих черт имеют распределения осадков в марте и в апреле: избыток осадков в бассейне Оби, сильный дефицит осадков Приамурье и Приморье, также значительный дефицит в центральных и западных областях ЕЧР.

В *марте* дополнительно стоит отметить избыточные осадки на Чукотке и в Хабаровском крае, на севере ЕЧР и Урала, на юге ЕЧР. В апреле сильное избыточное увлажнение (до 200% нормы), экстремальное на многих станциях, наблюдалось в Якутии.

*Май.* Осредненные по РФ майские осадки составили 119% нормы (7-я величина с 1936 г.). Значительный избыток осадков (до двух норм) наблюдался в западных и северных районах ЕЧР (особенно много осадков выпало в Северо-Западном ФО: 145% нормы (+18.8 мм/месяц) – четвертая максимальная величина в ряду), на севере Западной Сибири, на Чукотке, на Алтае и в Саянах; после сухих марта и апреля избыточные осадки выпали в Приамурье и в Приморье.

Дефицит осадков (80%-60%) наблюдался в Приволжском ФО, на юге Западной Сибири, в центральных районах Якутии, вдоль побережья Восточно-Сибирского моря.

5. В целом по России линейный тренд весенней температуры воздуха за период 1976-2014 гг. составил  $+0.58^{\circ}\text{C}/10$  лет при вкладе тренда в дисперсию ряда 33%, что более чем в полтора раза выше, чем в среднем для суши Северного полушария ( $+0.32^{\circ}\text{C}/10$  лет, вклад в дисперсию ряда 74%). Наиболее быстрое потепление наблюдается на севере АЧР (более  $+1.5^{\circ}\text{C}/10$  лет в Чукотском АО), максимум - в марте (в Чукотском АО до  $+2.4^{\circ}\text{C}/10$  лет). На ЕЧР, в Приамурье и Приморье весенние температуры растут значительно слабее. В Западной Сибири, Прибайкалье и Забайкалье начиная с 1990 гг. происходит замедление роста температуры.

6. Тренд весенних сумм осадков для России в целом положителен: составляет  $+1.6\% / 10$  лет, объясняет 29% межгодовой изменчивости. Наиболее интенсивный рост осадков (более  $10\% / 10$  лет) наблюдается на западе Прикаспийской низменности, на Южном Урале, на востоке Якутии, в бассейне Анадыря. Регионально осредненные суммы весенних осадков растут для всех физико-географических регионов и Федеральных округов. Следует отметить для марта исключительно высокие темпы роста осадков (выше 20% за 10 лет) на огромных территориях южной половины и Дальнего Востока России, исключая лишь часть Читинской и Амурской области.

7. Весной 2014 гг. экстремальные (превышающие по абсолютной величине 2 стандартных отклонения) аномалии температуры наблюдались на 22% территории (четвертая величина в ряду наблюдений).

Аномальность температурного режима на территории РФ в весенний сезон растет: для доли площади под крупными положительными аномалиями (выше 80-го перцентиля) тренд за 1976-2014 гг. составляет  $13\% / 10$  лет, для индекса аномальности Багрова – тренд составил  $0.16 / 10$  лет и объясняет 20% общей дисперсии ряда.

Наблюдается рост доли площади под аномалиями осадков выше 80-го перцентиля: тренд за период 1976-2014 составляет  $4.9\% / 10$  лет (доля объясненной трендом дисперсии ряда 35%).

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Федеральная служба  
по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды

Российская  
Академия Наук

ФГБУ «Институт Глобального климата и экологии»

# Обзор состояния и тенденций изменения климата на территории Республики Беларусь

## ВЕСНА 2014



## ВВЕДЕНИЕ

В настоящем Приложении<sup>\*</sup> приводится информация о состоянии приземного климата (температура приземного воздуха и атмосферные осадки) весной 2014 г. и о наиболее значительных климатических аномалиях этого периода на территории Республики Беларусь. Работа выполняется в рамках сотрудничества по программе Союзного государства "Совершенствование системы обеспечения населения и отраслей экономики Российской Федерации и Республики Беларусь информацией о сложившихся и прогнозируемых погодно-климатических условиях, состоянии и загрязнении природной среды".

Все оценки получены по данным о средних месячных значениях температуры приземного воздуха и месячных суммах атмосферных осадков в базовом архиве ИГКЭ, содержащем данные гидрометеорологических наблюдений на 455 станциях стран СНГ и Балтии (из них 7 станций Республики Беларусь, табл. 1).

**Таблица 1.**

Список используемых станций Республики Беларусь.

	Название	№ ВМО	широта	Долгота	Высота
1	Витебск	26666	55.20	30.20	169
2	Минск	26850	53.90	27.50	234
3	Могилев	26863	53.90	30.30	180
4	Брест	33008	52.10	23.70	144
5	Пинск	33019	52.10	26.10	144
6	Василевичи	33038	52.30	29.80	140
7	Гомель	33041	52.40	31.00	138

Под аномалиями температуры в бюллетене понимаются отклонения наблюдаемого значения от нормы, то есть от средней за базовый период 1961-1990 гг. Аномалии осадков рассматриваются как в отклонениях от нормы (аналогично температуре), так и в процентах от нормы (процентное отношение количества выпавших осадков к соответствующему значению нормы). Дополнительно приводится «вероятность непревышения» текущего значения во временном ряду рассматриваемой переменной за некоторый период с 1936 по 2013 гг. (доля значений временного ряда, меньших либо равных текущему значению).

Осреднение по регионам выполняется по станционным данным об аномалиях климатических переменных с использованием двухступенчатой процедуры. На первом этапе территория региона покрывается регулярной сеткой (разрешением 2.5 градуса широты на 5 градусов долготы), и в каждой ячейке сетки рассчитывается «ячеечное»

---

<sup>\*</sup> Материалы подготовлены в ФГБУ ИГКЭ Росгидромета и РАН с использованием данных НИУ Росгидромета: ФГБУ «Гидрометцентр РФ» и ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»

среднее (среднее арифметическое из значений аномалий на попавших в эту ячейку станциях). На втором этапе выполняется взвешенное осреднение «ячеечных» средних с весами, пропорциональными площади пересечения ячейки с территорией региона. Все расчеты, включая определение принадлежности ячейки к региону, площади их пересечения и ячеечных весовых множителей, выполняются автоматически, на основании заданной замкнутой ломаной, ограничивающей территорию региона.

Аналогичным образом, по данным о стационарных «нормах» (средних многолетних за базовый период) рассчитываются регионально осредненные «нормы». Регионально осредненные значения самих климатических переменных рассчитываются суммированием регионально осредненных «норм» и регионально осредненных аномалий (этот алгоритм уменьшает смещение средних, вызываемое пропусками в рядах наблюдений).

### СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ВЕСНОЙ 2014 г.

В таблицах 2 и 3 приведены стационарные данные о наблюдаемой температуре и осадках для каждого месяца рассматриваемого весеннего сезона и для сезона в целом, а на рисунках 1 и 2 – соответствующие этим данным распределения аномалий (поля изолиний), также для сезона и для каждого из месяцев. В таблицах 4 и 5 приведены аномалии температуры и осадков, а также оценки трендов, в среднем по всей территории республики Беларусь.

**Весной** (рис. 1) на всей территории республики было экстремально тепло, аномалии от +2.89°C (в Бресте) до +3.77°C (в Гомеле), на всех станциях сезонные температуры были выше 95-го перцентиля. Осредненная по территории республики сезонная аномалия температуры +3.41°C – максимальная величина в ряду.

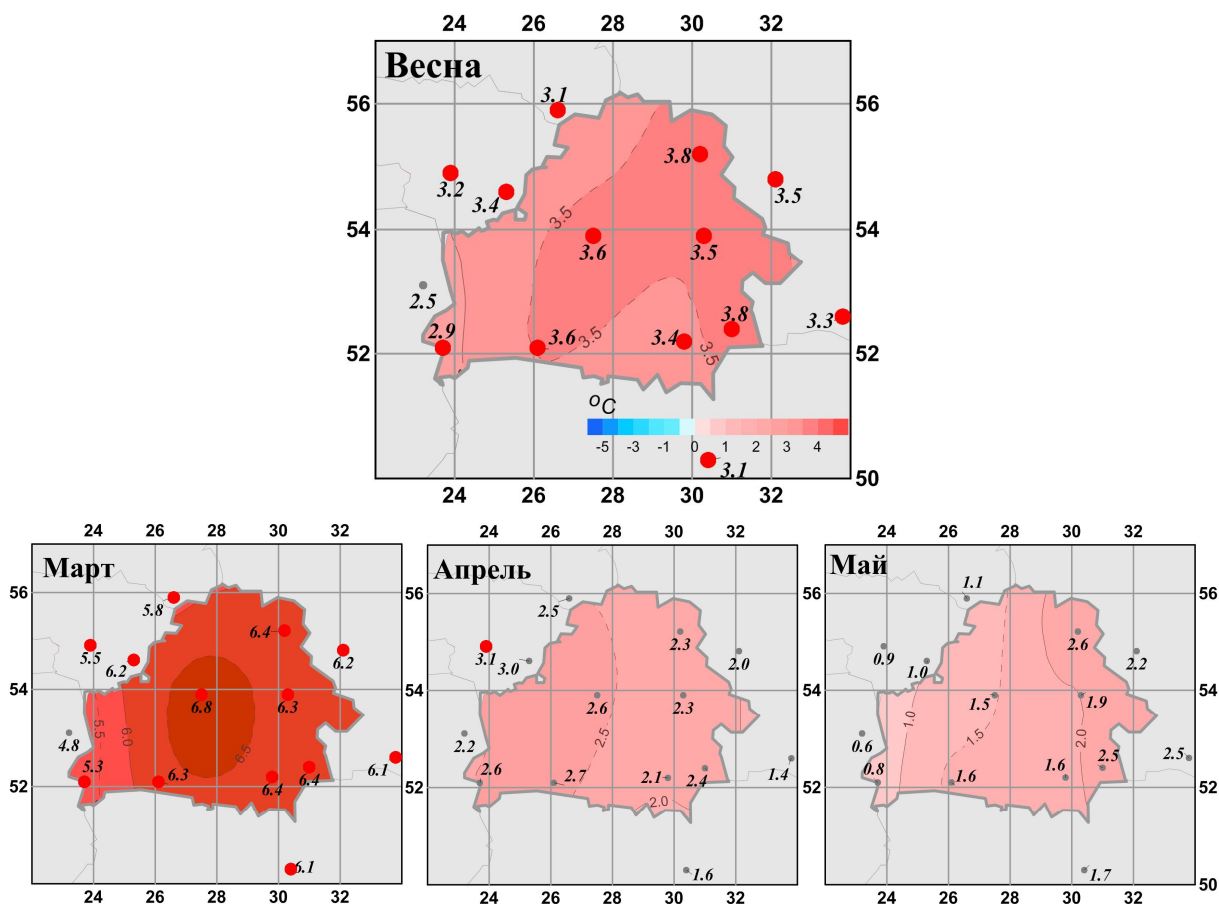
**Таблица 2**

Характеристики температурного режима на станциях Беларуси весной 2014 г.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	<b>26666</b>	<b>26850</b>	<b>26863</b>	<b>33008</b>	<b>33019</b>	<b>33038</b>	<b>33041</b>
а) температура (град. Цельсия)							
<b>Весна</b>	<b>9.10</b>	<b>9.47</b>	<b>9.10</b>	<b>10.40</b>	<b>10.67</b>	<b>10.43</b>	<b>10.73</b>
Март	4.2	5.4	4.4	6.4	6.4	6.0	5.6
Апрель	7.8	8.6	8.0	10.3	10.3	9.5	9.8
Май	15.3	14.4	14.9	14.5	15.3	15.8	16.8
б) аномалия температуры (град. Цельсия)							
<b>Весна</b>	<b>3.75</b>	<b>3.62</b>	<b>3.51</b>	<b>2.89</b>	<b>3.57</b>	<b>3.35</b>	<b>3.77</b>
Март	6.36	6.78	6.31	5.30	6.34	6.36	6.39
Апрель	2.25	2.61	2.29	2.56	2.74	2.06	2.41
Май	2.63	1.47	1.94	0.81	1.64	1.64	2.51

Март экстремально теплый месяц в сезоне, на всех станциях температура была выше 95-го перцентиля, аномалии от +5.30°C (в Бресте) до +6.78°C (в Минске). Осредненная по территории республики мартовская аномалия температуры +6.20°C –

вторая величина в ряду. В апреле и в мае аномалии температуры были положительные: в апреле от +2.25°C (в Витебске) до +2.74°C (в Пинске), в мае от +0.81°C (в Бресте) до +2.63°C (в Витебске).



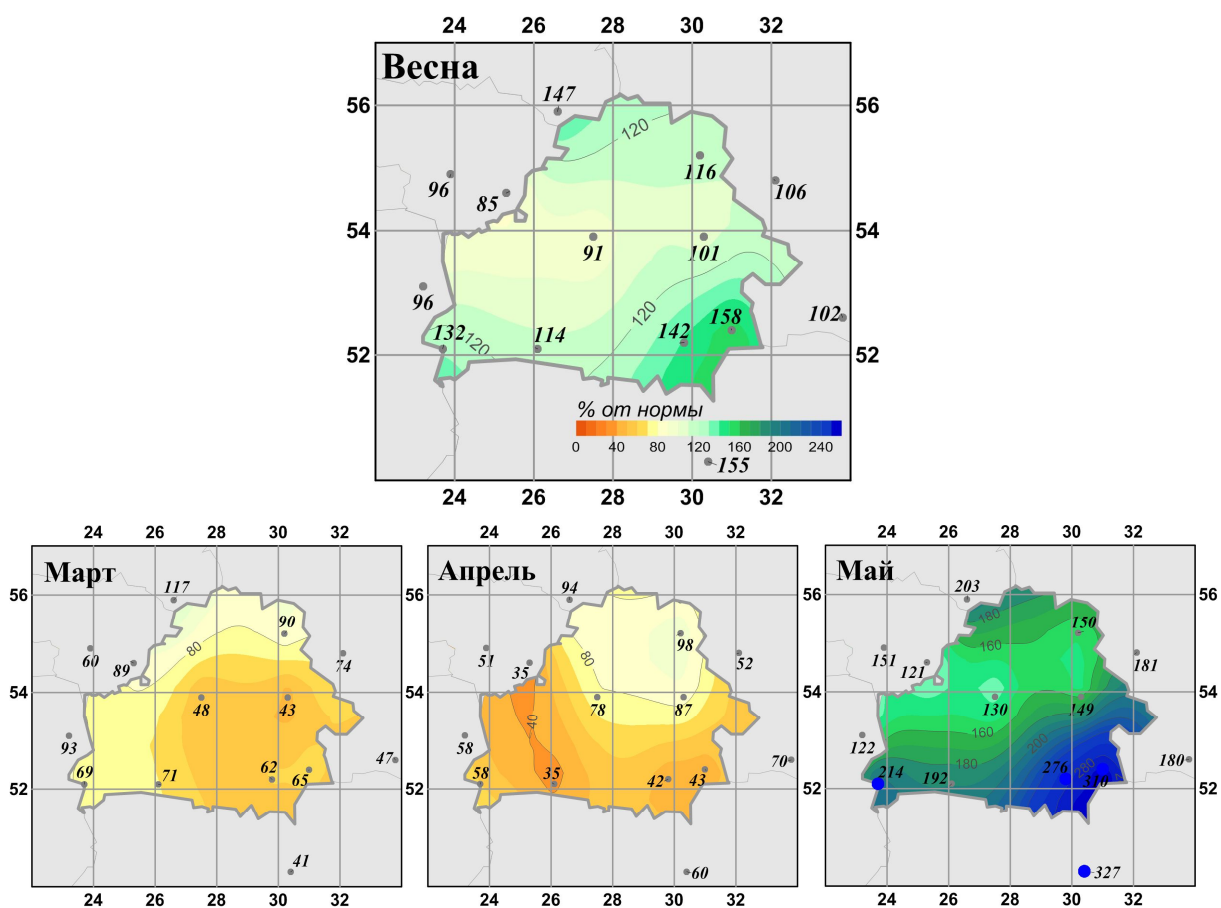
**Рисунок 1** - Средние сезонные и средние месячные аномалии температуры (°C) приземного воздуха на территории республики Беларусь весной 2014 г.

*Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) на станциях. Красными кружками показаны станционные экстремумы – выше 95-го перцентиля*

**Весной** (рис. 2) на большей части республики осадков выпало выше нормы, лишь в центре республики осадков выпало около нормы. Осредненная по территории республики сезонная аномалия осадков 121% нормы (+8.9 мм/месяц).

В марте и в апреле осадков выпало меньше нормы на всех станциях республики. В марте выпало от 48% нормы (в Могилеве) до 90% нормы (в Витебске), в апреле - от 35% нормы (в Пинске) до 98% нормы (в Витебске).

Май – экстремально влажный сезон, на станциях юга республики осадков выпало более 95-го перцентиля (в Гомеле осадков выпало более трех месячных норм). Осредненная по территории республики месячная аномалия осадков - 173% нормы (+40.6 мм/месяц) – четвертая величина в ряду.



**Рисунок 2** - Средние сезонные и месячные аномалии атмосферных осадков (% от нормы) на территории республики Беларусь весной 2014 г.

*Аномалии рассчитаны относительно периода 1961-1990 гг. Цифрами приведены значения аномалий температуры (в градусах Цельсия) и осадков (в % от нормы) на станциях.*

*Красным кружком показан стационарный экстремум – ниже 5-го процентиля*

**Таблица 3**

Характеристики режима осадков на станциях Беларуси весной 2014 г.

	<i>Витебск</i>	<i>Минск</i>	<i>Могилев</i>	<i>Брест</i>	<i>Пинск</i>	<i>Василевичи</i>	<i>Гомель</i>
	<b>26666</b>	<b>26850</b>	<b>26863</b>	<b>33008</b>	<b>33019</b>	<b>33038</b>	<b>33041</b>
<b>а) Сумма осадков (мм/месяц)</b>							
<i>Весна</i>	<b>49.0</b>	<b>44.3</b>	<b>44.0</b>	<b>56.3</b>	<b>46.0</b>	<b>62.3</b>	<b>62.0</b>
Март	35	20	15	21	21	21	21
Апрель	38	33	35	23	13	19	16
Май	74	80	82	125	104	147	149
<b>б) Аномалия сумм осадков / (мм/месяц)</b>							
<i>Весна</i>	<b>6.7</b>	<b>-4.2</b>	<b>0.6</b>	<b>13.5</b>	<b>5.6</b>	<b>18.3</b>	<b>22.8</b>
Март	-4.0	-21.8	-19.6	-9.6	-8.6	-12.7	-11.4
Апрель	-0.8	-9.2	-5.3	-16.3	-24.3	-26.2	-21.2
Май	24.8	18.4	26.8	66.5	49.7	93.7	101.0
<b>в) Относительная аномалия сумм осадков (% от нормы)</b>							
<i>Весна</i>	<b>116</b>	<b>91</b>	<b>101</b>	<b>132</b>	<b>114</b>	<b>142</b>	<b>158</b>
Март	90	48	43	69	71	62	65
Апрель	98	78	87	58	35	42	43
Май	150	130	149	214	192	276	310

**Таблица 4**

Осредненные аномалии температуры и осадков по территории республики Беларусь за весенний сезон и в отдельные месяцы сезона.

	$\nu T_{2014}$	$s$	$\nu R_{2014}$	$S$
<b>Весна</b>	<b>3.41</b>	<b>1.58</b>	<b>8.9</b>	<b>10.6</b>
Март	6.20	2.93	-9.9	14.5
Апрель	2.54	1.51	-16.5	14.8
Май	1.50	1.95	40.6	17.4

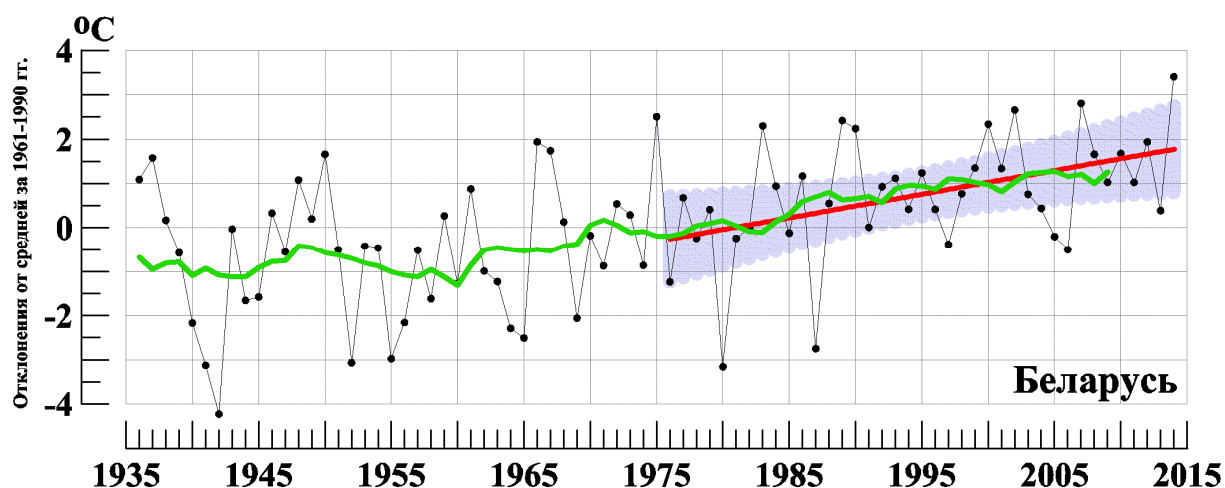
**Примечание:** Аномалии  $\nu T_{2014}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $\nu R_{2014}$  (мм/месяц) рассчитаны как отклонения от нормы (среднее за период 1961-1990 гг.),  $s$  ( $^{\circ}\text{C}$ , мм/месяц), – среднее квадратическое отклонение

**Таблица 5**

Оценки линейного тренда 1976-2014 гг. в среднем по Республике Беларусь

Сезон	Температура		Осадки	
	$b_{1976-2014}$ $^{\circ}\text{C}/10$ лет	$D_{1976-2014}$ %	$b_{1976-2014}$ мм/мес/10лет	$D_{1976-2014}$ %
<b>Весна</b>	<b>0.53</b>	<b>20</b>	<b>3.0</b>	<b>12</b>
Март	0.49	5	-0.2	0
Апрель	0.71	23	-1.6	1
Май	0.40	7	6.7	14

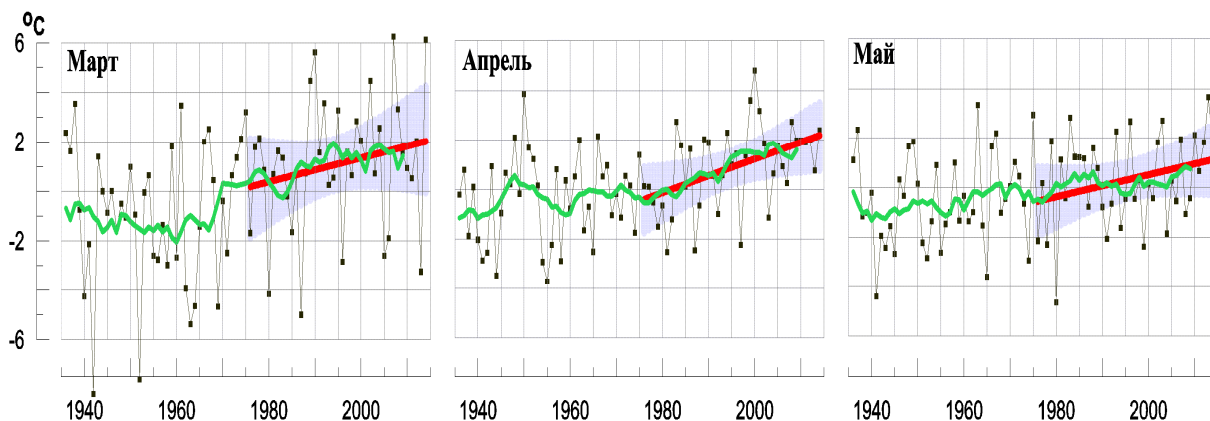
На рисунках 3, 4 показаны временные ряды осредненных по территории Беларуси сезонных и месячных аномалий температуры воздуха и осадков с 1936 по 2014 гг.



**Рисунок 3** - Сезонные (март - май) аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории Республики Беларусь.

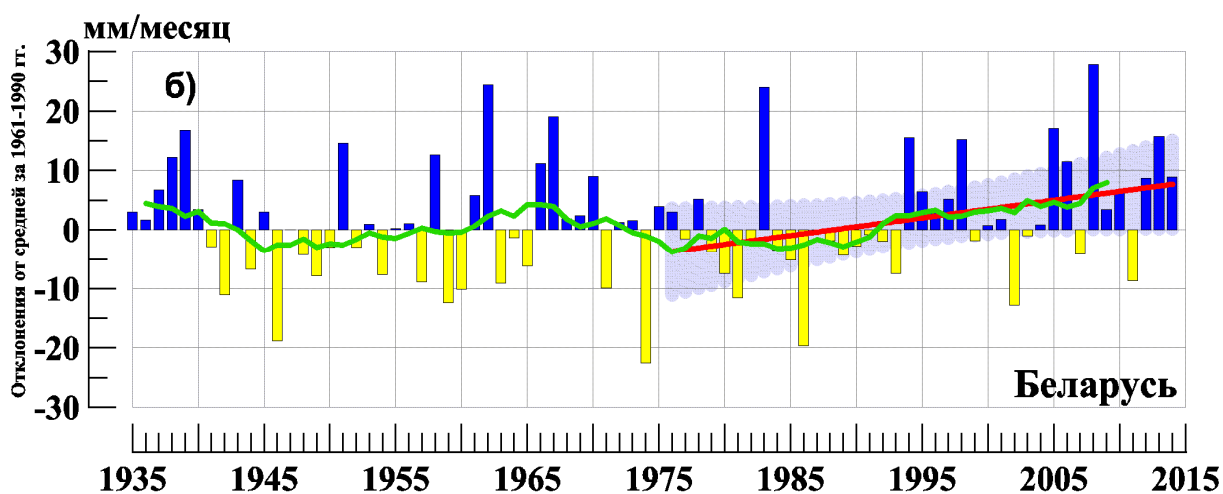
Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2014 гг.





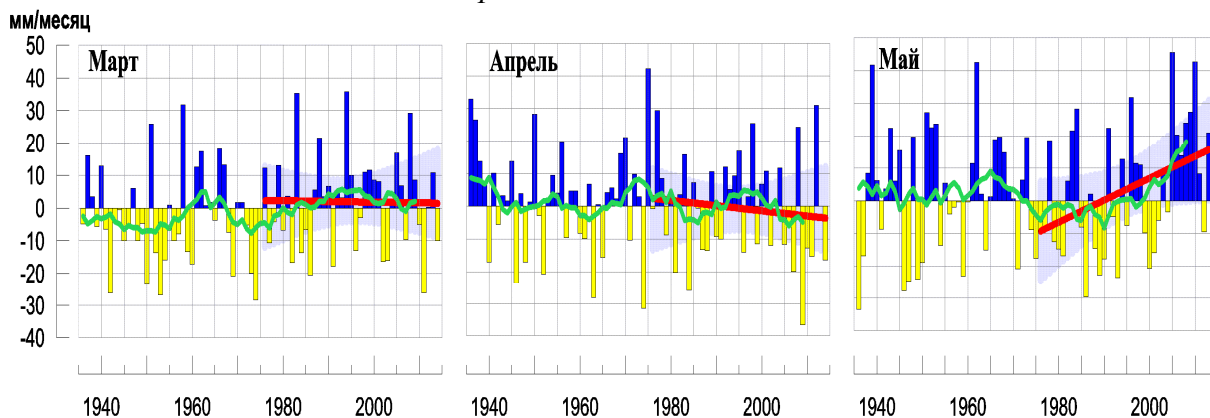
**Рисунок 4** - Средние месячные аномалии температуры приземного воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), осредненные по территории Республики Беларусь.

Условные обозначения см. на рисунке 3.



**Рисунок 5** - Сезонные (март – май) аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.

Условные обозначения см. на рис. 3



**Рисунок 6** - Средние месячные аномалии атмосферных осадков (мм/месяц), осредненные по территории Республики Беларусь.

Условные обозначения см. на рисунке 3.

Тренд весенних температур, в среднем по территории Беларуси, составил  $+0.53^{\circ}\text{C}/10$  лет (ответствен за 20% дисперсии). Во все месяцы сезона тренд положителен. Наибольшее потепление наблюдается в апреле: тренд составил  $+0.71^{\circ}\text{C}/10$  лет (ответствен за 23% дисперсии ряда).

В изменении регионально осредненных осадков сезонный тренд составил 3.0 мм/месяц/10 лет (ответствен за 12% дисперсии). Рост осадков отмечается в мае - +6.7 мм/месяц/10 лет (ответствен за 14% дисперсии). В марте и апреле наблюдается слабое уменьшение осадков.

Вклад трендов температуры и осадков в суммарную изменчивость во все месяцы сезона статистически незначим даже на 5%-ом уровне значимости, за исключением положительного тренда температуры в апреле и положительного тренда осадков - в мае.

## **ВЫВОДЫ**

1. Весна в Беларуси была экстремально теплой. Осредненная по территории республики сезонная аномалия температуры +3.41°C – максимальная величина в ряду. На всех станциях сезонные температуры были выше 95-го перцентиля. Экстремально теплым месяцем в сезоне был март, осредненная по территории республики мартовская аномалия температуры +6.20°C – вторая величина в ряду, на всех станциях аномалии были выше +5°C. В апреле и в мае тепло, в апреле аномалии температуры всюду были выше +2°C, в мае: от +0.81°C (в Бресте) до +2.63°C (в Витебске).

2. В среднем по Беларуси сезонная аномалия осадков составила 121% нормы (8.9 мм/месяц, ранг 7). В марте и в апреле осадков выпало меньше нормы на всех станциях республики, в марте особенно мало осадков выпало в центре и на юго-востоке республики (48% нормы в Могилеве), в апреле – в южных районах республики (35% нормы в Пинске).

3. В среднем по территории Беларуси отмечается тенденция к потеплению, как в среднем за сезон (линейный тренд составил 0.53°C/10 лет, ответствен за 20% дисперсии), так и в отдельные весенние месяцы. Наибольшее потепление наблюдается в апреле: тренд составил +0.71°C/10 лет (ответствен за 23% дисперсии ряда).

В целом для Беларуси отмечается тенденция к увеличению осадков, линейный тренд составил 3.0 мм/месяц/10 лет (ответствен за 12% дисперсии), рост осадков отмечается в мае - +6.7 мм/месяц/10 лет (ответствен за 14% дисперсии). В марте и апреле наблюдается слабое уменьшение осадков.